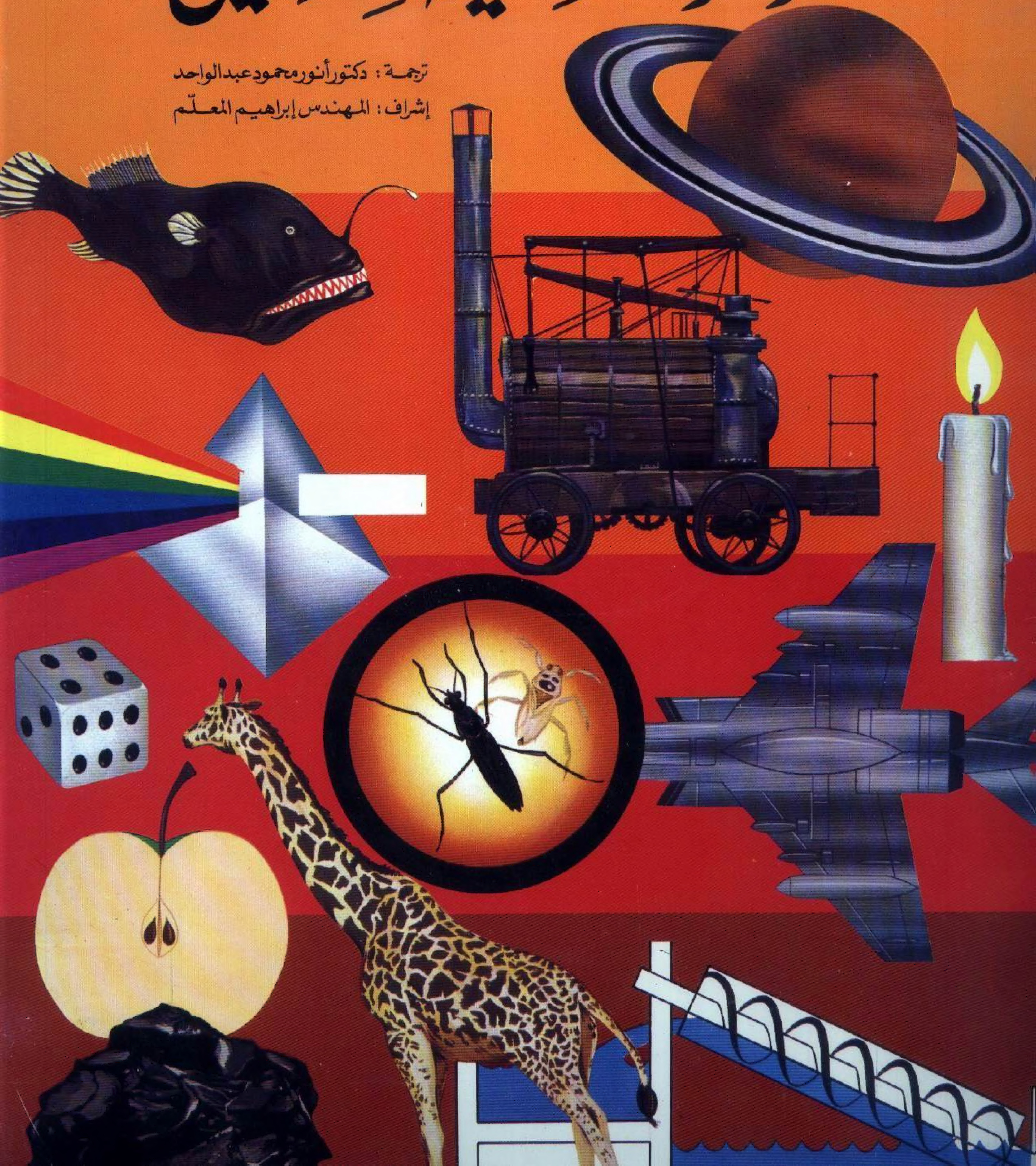
# الموسوعة العلمية للناشئين

ترجمة : دكتور أنور محمود عبد الواحد

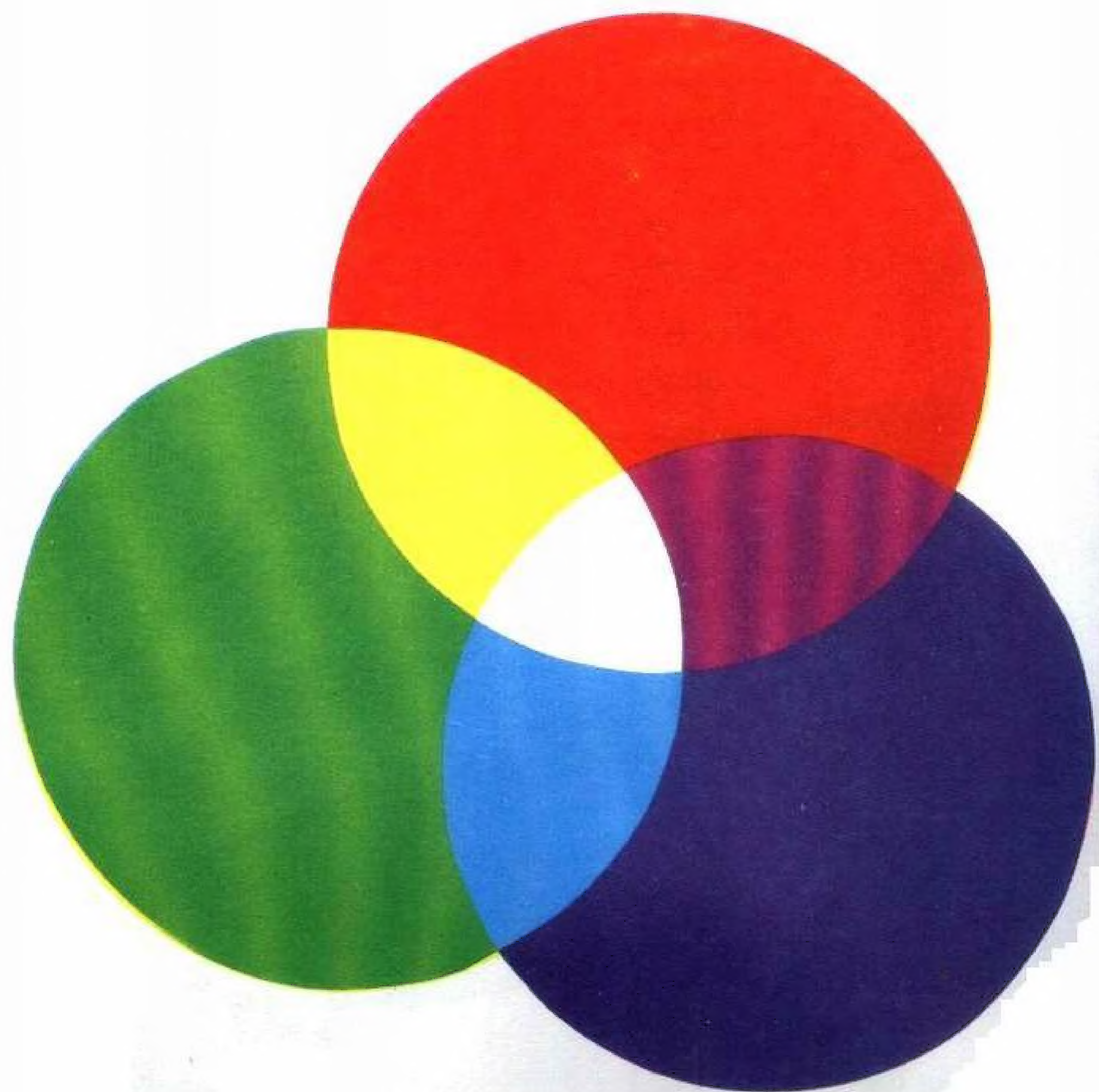
إشراف : المهندس إبراهيم المعلم



# الموسوعة العلمية للناشئين

ترجمة : دكتور أنور محمود عبد الواحد

إشراف : المهندس إبراهيم المعلّم

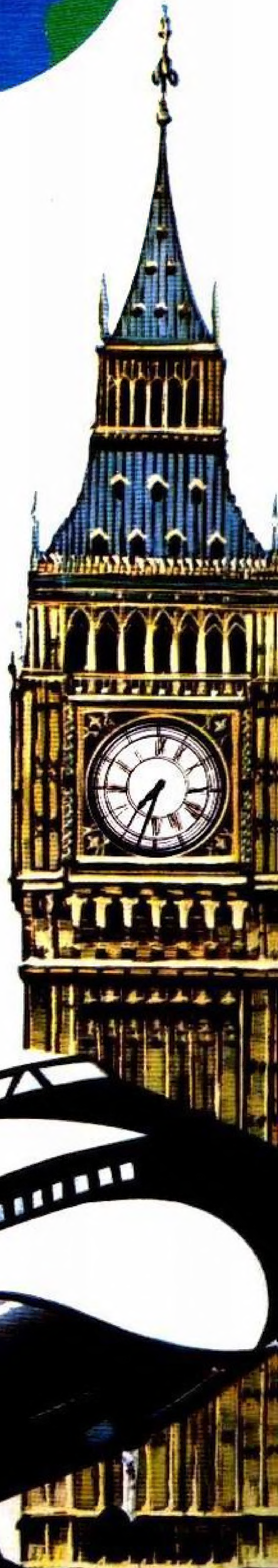




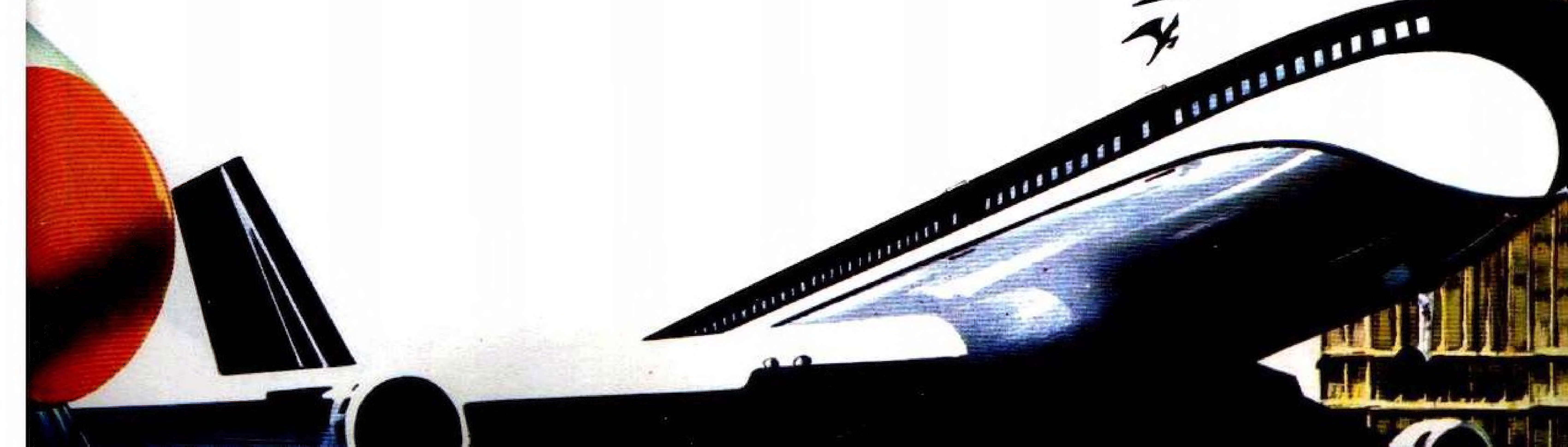




# الفَهْرِس




الضوء واللون ٤ _ ٥
تكبير الأشياء المرئية ٦ _ ٧
التفاحات الساقطة ٨
الاحتكاك ٩
ذرات ، ذرات ، ذرات ١٠ _ ١١
المغنطيسات السحرية ١٢ _ ١٣
الكهرباء من حولنا ١٤ _ ١٥
الأصوات ١٦ _ ١٧
السخونة والبرودة ١٨ _ ١٩
معرفة الوقت ٢٠ _ ٢١
الماء ٢٢ _ ٢٣
جميع أنواع الزجاج ٢٤ _ ٢٥
الطاقة من السوائل ٢٦ _ ٢٧
الفلزات فى خدمتنا ٢٨ _ ٢٩
أشكال البلورات ٣٠ _ ٣١
حفظ الأغذية ٣٢ _ ٣٣
السيارة ٣٤ _ ٣٥
على البحر وفي البحر ٣٦ _ ٣٧
السكك الحديدية ٣٨ _ ٣٩
في الجو ٤٠ _ ٤١
الآلات البسيطة ٤٢ _ ٤٣
الراديو ٤٤ _ ٤٥
التليفزيون ٤٦ _ ٤٧
تسجيل الصوت ٤٨ _ ٤٩
من الألياف إلى القماش ٥٠ _ ٥١
الغزل والنسج ٥٢ _ ٥٣
تجارب علمية مسلية ٥٤ _ ٥٥



# هـذا الكِتَاب

العِلْم ضروري لنا جميعاً، وهو ضروري في كل يوم من أيام حياتنا، فلعلَّنا نعيش في عصر هو أكثر العصور التي واجهها الإنسان تحدياً وإثارة. فنحن نستطيع أن نسافر بسرعة أعلى من سرعة الصوت. ويمكننا أن نسمع ونرى الناس على الجانب الآخر من العالم، ولقد هبط الإنسان على القمر. ويبدو أنه لا نهاية ولا حدود لعجائب العِلْم. ولكن كم منا يعرف - حقيقةً - المبادىءَ البسيطة لكلّ تلك العجائب؟ إن هذا الكتاب يجعلنا نتفهَّم البعض منها. وهو يشرح بالكلمة والصورة الحقائق الكامنة وراء أسرار العلم. وسواء قرأته من الغلاف إلى الغلاف أو تصفحته على مهل، فستجده مدخلاً مُشَوِّقاً ومُسَلِّياً لعالم المعرفة الرحيب. وإذا أردت أن تستدلّ على مكانِ ورودِ مَعْلُومةٍ ما، فارجع إلى «الكشاف التحليلي» أولاً، فهو سيساعدك على أن تستفيد من هذا الكتاب على أفضلِ نَحْوٍ ممكن.

# الضَّوْءُ وَاللوْنُ

ما هو الضوء؟ ما هي هذه الظاهرة الغريبة التي نشاهدها بمختلف الألوان في المصابيح الكهربائية، وأجهزة التليفزيون، وفي المناظر الطبيعية؟ إننا لا زلنا غير متأكدين تماماً من طبيعة الضوء، ولكننا نعرف فعلاً أن معظم الضوء يأتي من الشمس، وأن الشمس بالغة السخونة. وعندما تكون الأشياء ساخنة بدرجة كافية فإنها تبعث أشعة ضوئية. ويعتقد العلماء أنه لا يوجد شيء ينتقل بسرعة أعلى من سرعة موجات الضوء. وهي تنتقل بنفس سرعة الموجات الراديوية وأشعة الحرارة.

## تفريق الضوء الأبيض:

كان العالم الكبير إسحق نيوتن هو أول من تعمَّق البحث عن طبيعة الضوء. ولقد سلَّط شعاعاً من ضوء الشمس خلال قطعة من الزجاج تسمى «المنشور». (على هذه الصفحة بعض أشكال المناشير). وحدث للضوء الخارج من المنشور تَفْريقٌ إلى كل ألوان قوس قزح - الأحمر، والبرتقالي، والأصفر، والأخضر، والأزرق، والبنفسجي. لقد اكتشف نيوتن أن الضوء الأبيض العادي يتكوّن من عدة ألوان مضاف بعضها إلى بعض.

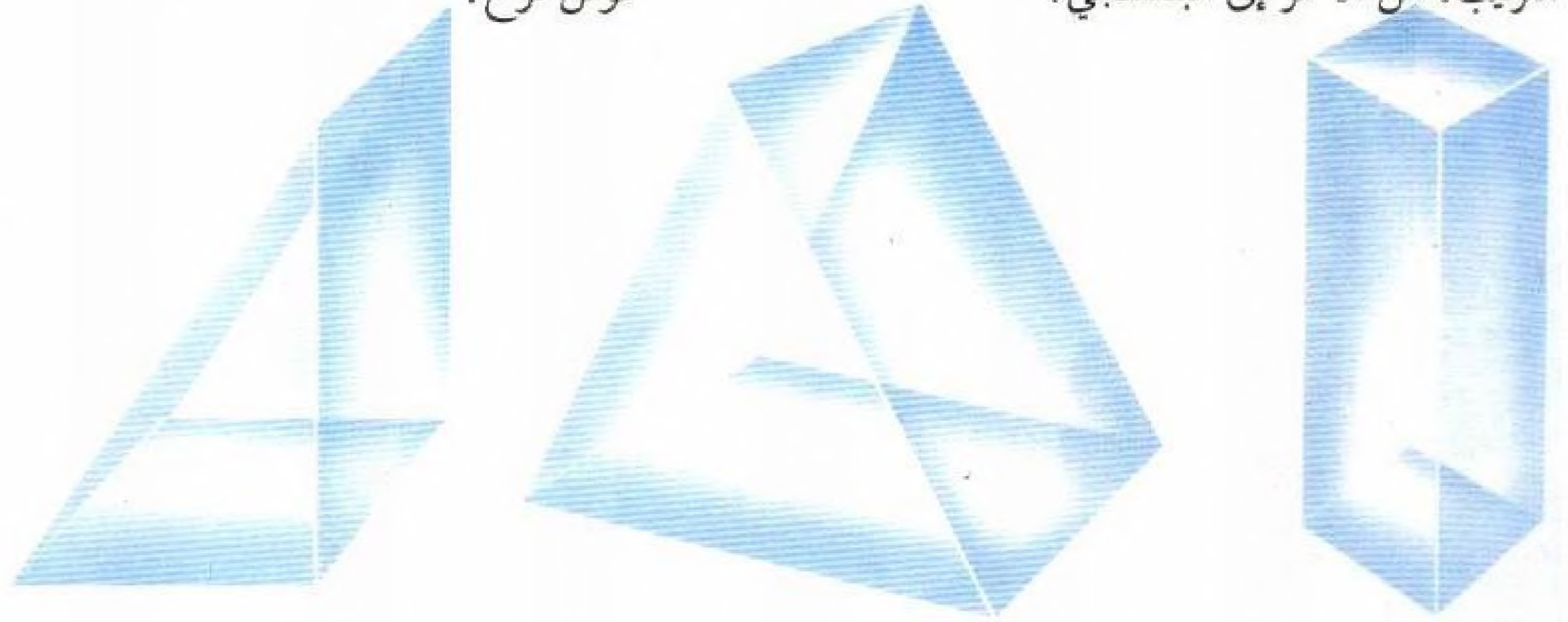
## ألوان قوس قزح:

عند سقوط أشعة الشمس على المطر، فإننا نشاهد قوس قزح في بعض الأحيان - وقوس قزح تُسَبِّبه قطراتُ الماء التي تسلك سلوك منشورات دقيقة. فهي تفرّق ضوء الشمس إلى ألوان. وتكون الألوان مرتبة دائماً بنفس الترتيب، من الأحمر إلى البنفسجي.

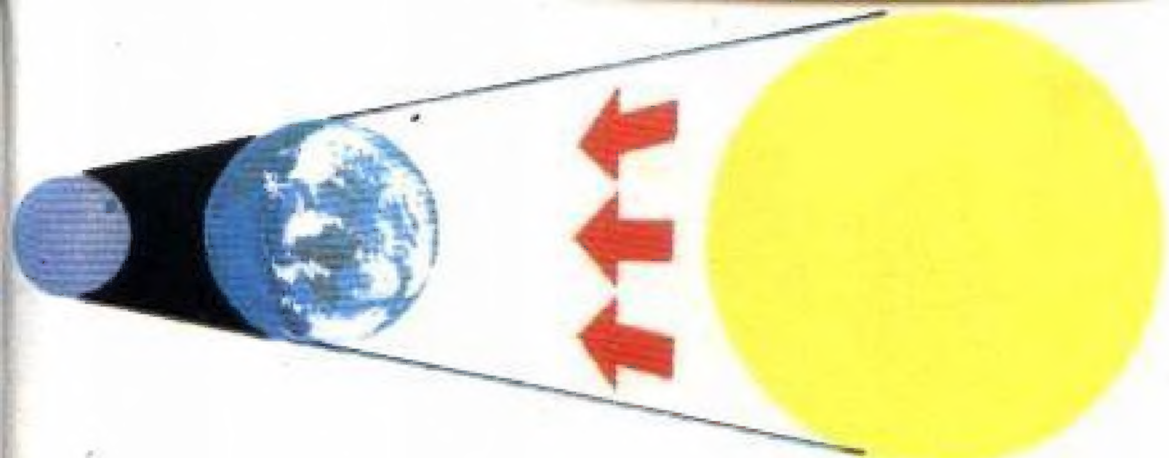


## مناشير الطبيعة:

إن كثيراً من المناشير الطبيعية، مثل تلك المبينة في أعلى، يسلك سلوك المناشير، إذ يمكنها أن تفرّق الضوء الأبيض إلى ألوان قوس قزح.





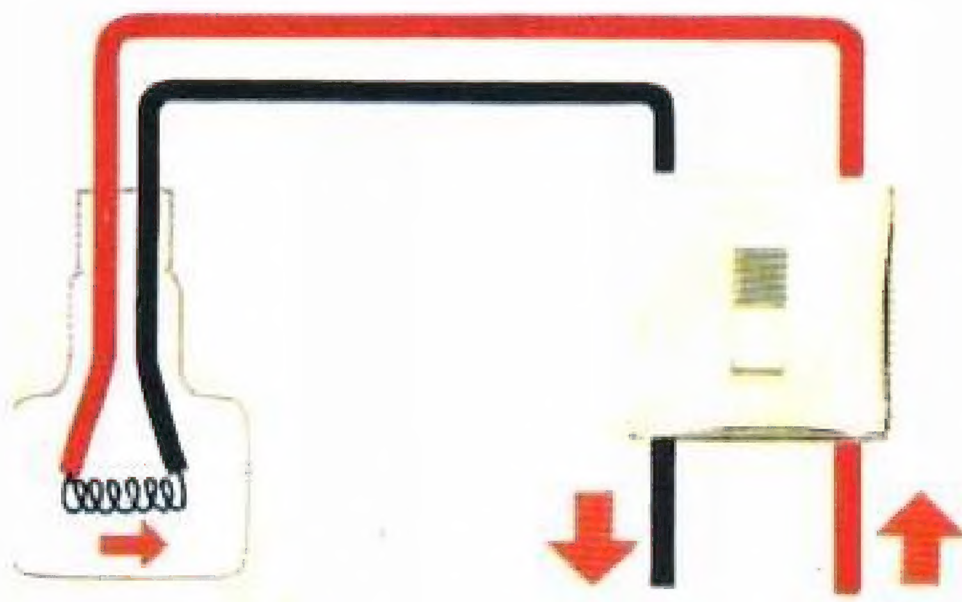


## ضوء القمر:

إن القمر لا يبعث ضوءاً ذاتياً، بل يعكس الضوء من الشمس. ويمكننا أن نتحقق من ذلك حينما تتوسط الأرض بين الشمس والقمر، إذ يحدث عندئذٍ خسوف للقمر.

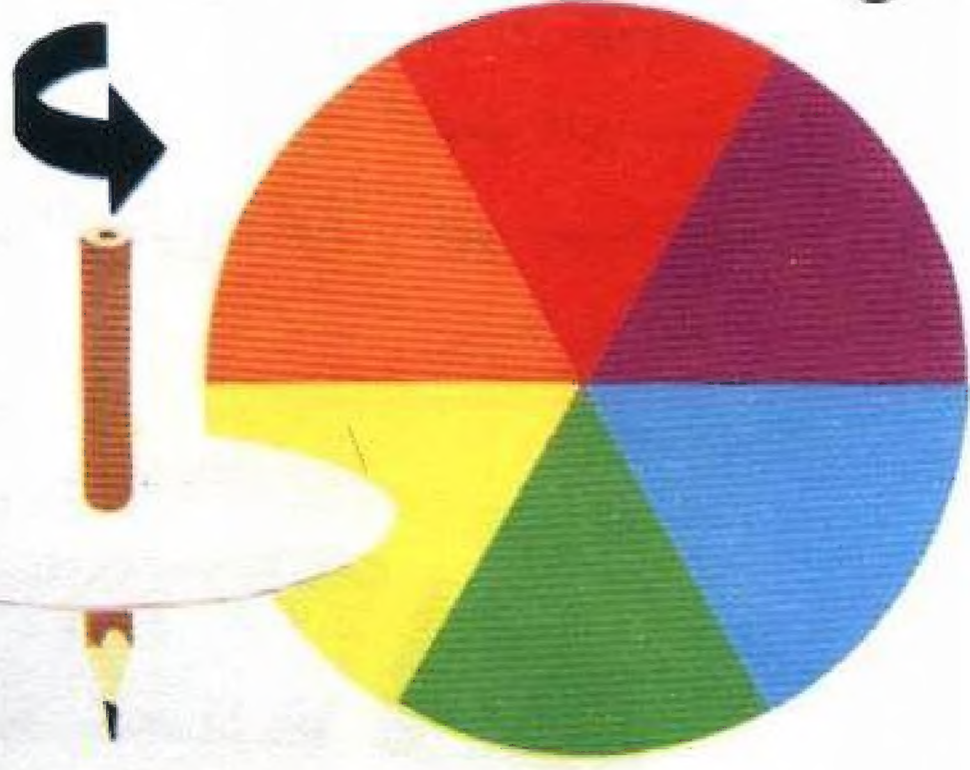
## لماذا يسطع المصباح الكهربائي؟

عندما نضيء مصباحاً (لمبة) كهربائياً، تسري الكهرباء خلال ملف (فتيلة) من معدن خاص موجودٌ في المصباح، ويَسْخُنُ هذا المعدن على الفور معطياً ضوءاً أبيض ساطعاً.



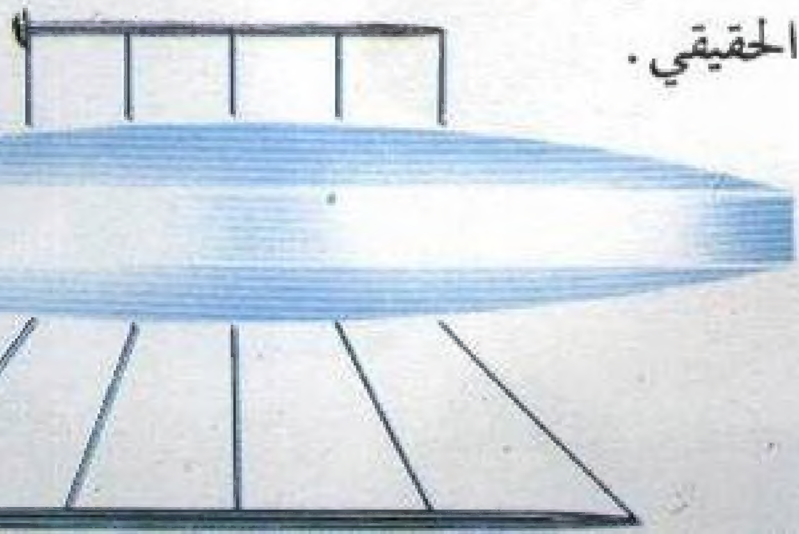
## الألوان العديدة تكون اللون الأبيض:

يمكنك أن تتحقق من أن الألوان العديدة المضافة معاً تكوِّن اللون الأبيض. اصنع قرصاً من الورق المقوى (الكرتون) كما هو مبين فيما يلي. لُفَّ القرص بسرعة فسيبدو باللون الأبيض. وأنت حينما تنظر إلى ضوء أبيض فأنت ترى في الواقع خليطاً من الألوان.



## جعل الأشياء تبدو أكبر حجماً:

إن العدسة المكبِّرة أكبر سمكاً في وسطها عن حافتها. وإذا وضعتَ دبوساً أمام العدسة، فإن الضوء يسقط من الدبوس ويمر من خلال العدسة. وتقوم العدسة بتفريق الضوء قبل أن يصل إلى عينيك. فيبدو الدبوس أكبر من حجمه الحقيقي.



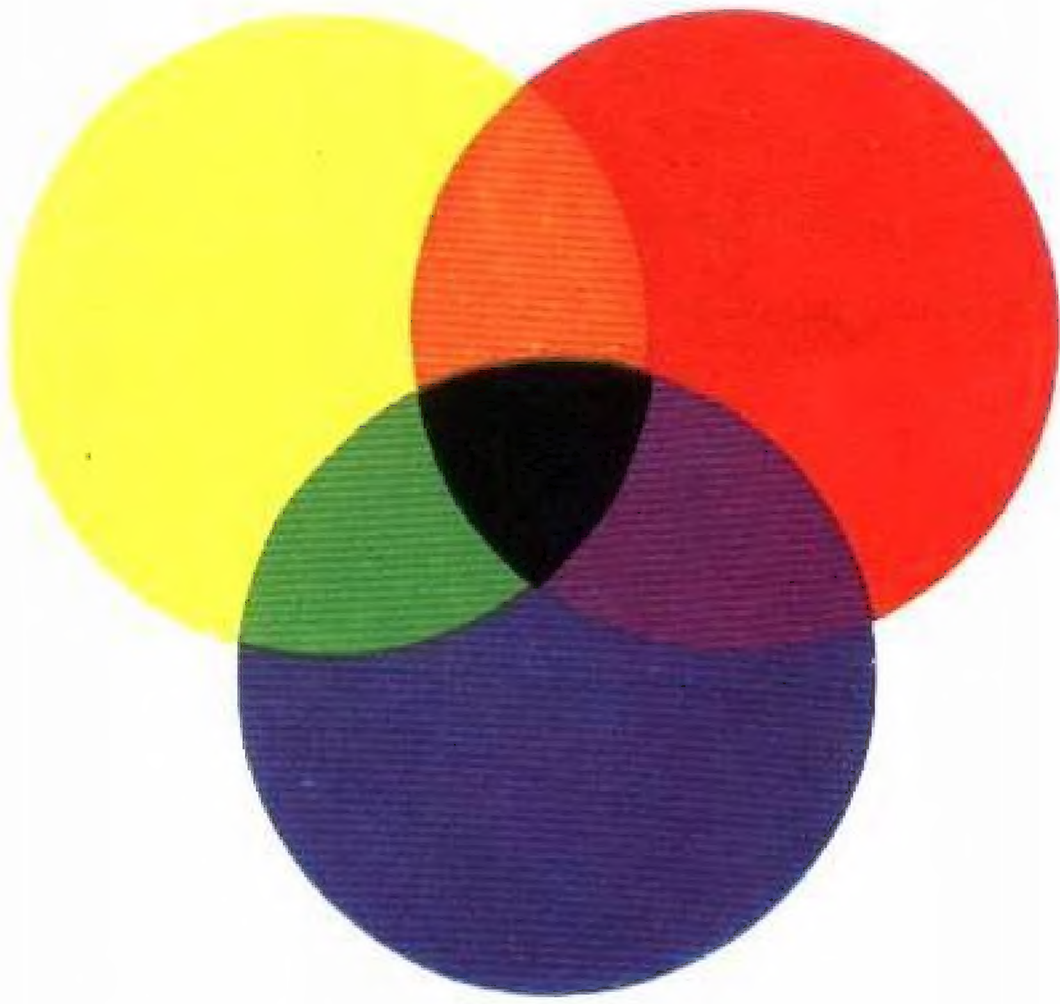
## خلط الأضواء الملونة:

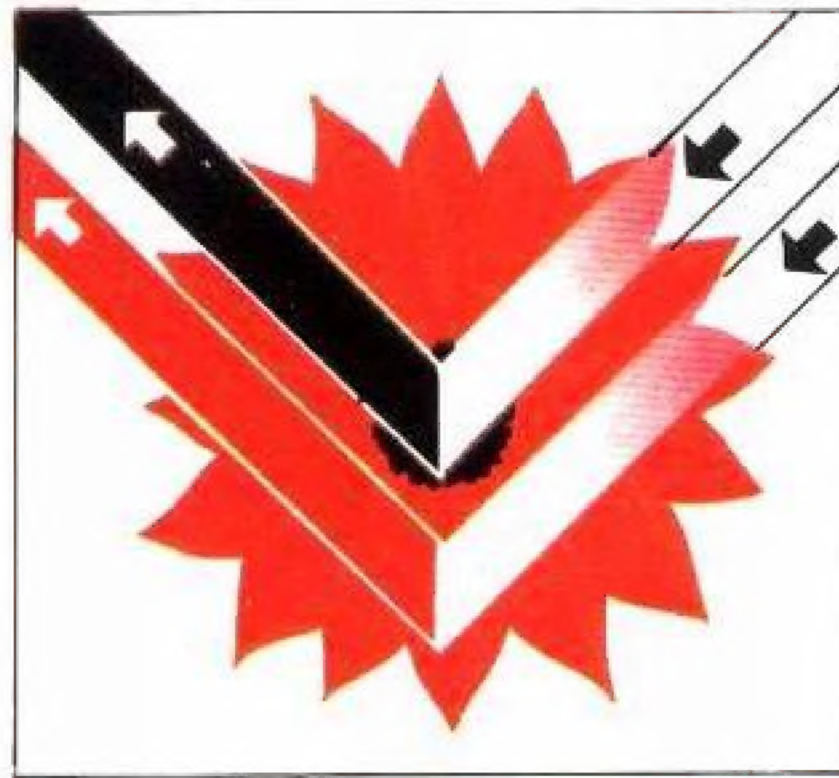
يمكنك أن ترى من الصورة المجاورة أن الأضواء الأحمر، والأخضر، والأزرق، يمكن خلطها معاً للحصول على أي لون آخر. وخلط الضوءين الأحمر والأخضر يعطينا ضوءاً أصفر. وإذا أضفنا الضوء الأزرق إلى الضوء الأصفر، نحصل على ضوء أبيض. وكل الألوان التي تشاهدها في جهاز التليفزيون الملوَّن إنما تتكوّن من هذه الألوان الضوئية الأولية ـ أي الأحمر، والأخضر، والأزرق.



## خلط الدِهانات:

إذا سألت فناناً أن يسمِّي لك الألوان الأولية الثلاثة، فسيجيبك بأنها الأصفر، والأزرق، والأحمر. وخَلْط الدهانات يختلف تماماً عن خلط الأضواء الملوَّنة. فإذا قمت بخلط دهان أصفر ودهان أزرق فستحصل على دهان أخضر. ولكن إذا خلطت الضوء الأصفر والضوء الأزرق فستحصل على ضوء أبيض، كما رأينا فيما سبق. ويمكنك أن تصنع دهاناً بأيِّ لون تريده باستعمال الدهانات الأصفر، والأزرق، والأحمر. ولكن لا يمكنك أن تصنع دهاناً أبيض، مهما خلطت من ألوان عديدة.





## الزهرة الحمراء، لماذا هي حمراء؟

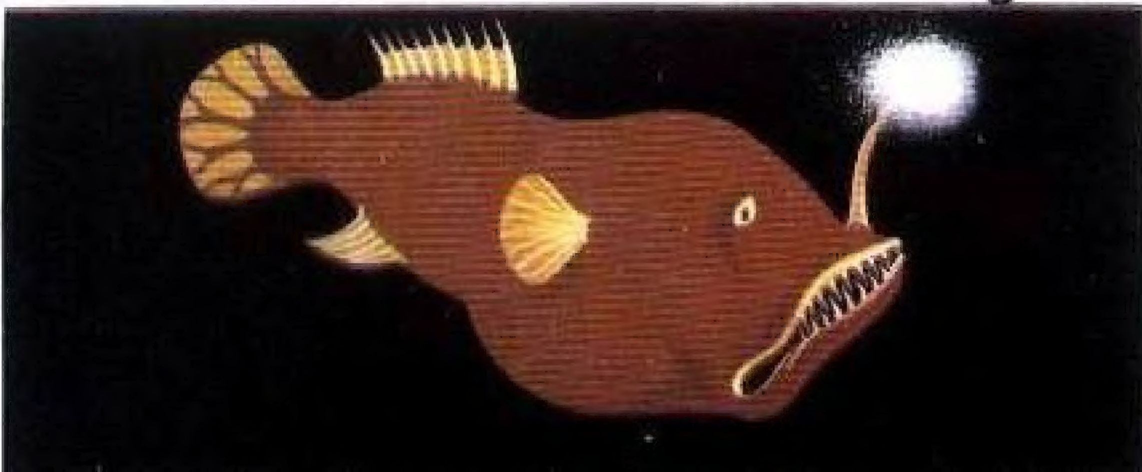
إن الزهرة الحمراء تكون حمراء اللون لأنها تعكس اللون الأحمر فقط، وتمتص جميع الألوان الأخرى. (انظر الصورة المجاورة). وقَلْبُ الزهرة الأسود يمتص الألوان جميعاً ولا يعكس شيئاً منها. والزهرة البيضاء تعكس إلى أعيننا جميع ألوان الضوء. ولقد عرفنا أن كل الألوان، المضاف بعضها إلى بعض، تُكَوِّن اللون الأبيض.

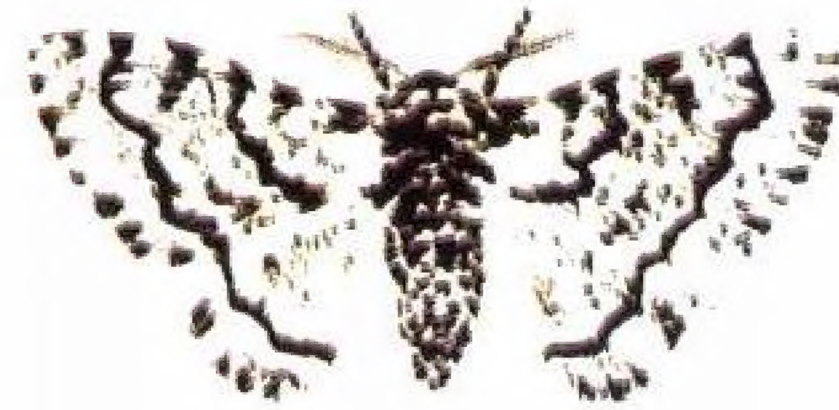
## الاستفادة من الضوء واللون في البقاء:

يستفيد بعض الحيوانات من الضوء واللون في الاستخفاء (إخفاء نفسها) من أعدائها.

## مخلوقات تصنع الضوء:

بعض المخلوقات تصنع ضوءها الذاتي. فالديدان المضيئة تبعث ضوءاً لتجتذب رفاقها. وسَمَك «أبو الشّص»، الذي يعيش في البحار العميقة (تحت)، يبرز من فوق فمه ما يشبه قَصَبَة «بوصة» الصيد، ويتألق ضوء من طرف هذه القصبة «البوصة». ويجتذب الضوء أسماكاً أخرى، فيلتقمها «أبو الشص».









# تكبيرُ الأشيَاء المرئيَّة

العدسات هي أصلاً قِطَعٌ زجاجية لها ثخانات مختلفة، ثم تُجلَّخ إلى الشكل المقوَّس المضبوط بواسطة آلات خاصة.

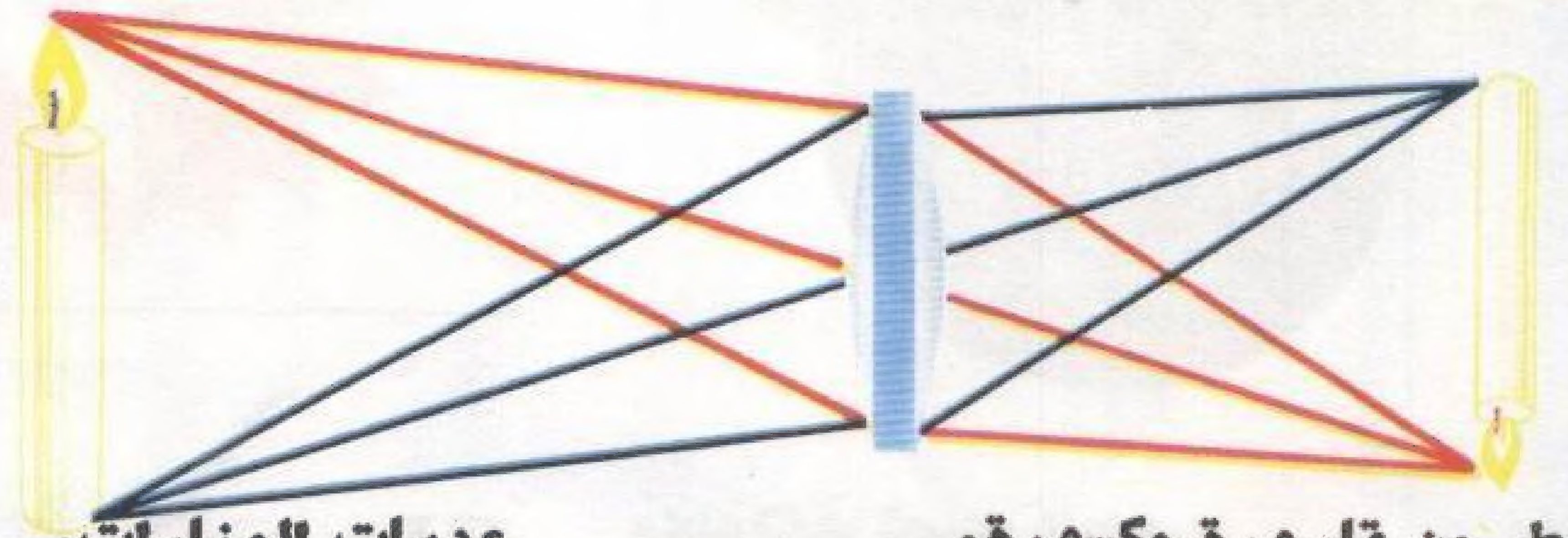
تستعمل العدسات لجعل الأشياء المرئية تبدو أكبر أو أصغر مما هي في الواقع. وهي تفعل ذلك بتجميع أو تفريق أشعة الضوء التي تمر خلالها. وتُستعمل العدسات في صنع النظارات، والكاميرات، والميكروسكوبات، ومناظير الميدان (النظارات المعظمة)، والتلسكوبات.

## الكيفية التي تعمل بها العدسات:

ترجع الكيفية التي تعمل بها العدسات إلى شكلها. افحص جيداً عدسة مكبِّرة ولوحاً من زجاج النوافذ العادي. إن زجاج النافذة مُسَطَّح من كلا جانبيه، ونحن نشاهد الأشياء من خلاله بحجمها الطبيعي. أمَّا العدسة المكبرة فهي مقوَّسة إلى حدٍّ ما بين جانبيها، مما يجعل الأشياء تبدو أكبر حجماً. وتقوُّس العدسة المكبرة هو الذي يُكْسِبها خاصية التكبير.

## عدسة الكاميرا:

توجد عدسة في كل كاميرا. وتجمع العدسة أشعة الضوء عند دخولها في الكاميرا. وإذا أردت أن تلتقط صورة لشمعة. فإنك تضبط الكاميرا حتى تتكوّن صورة محددة الملامح على الفيلم المركَّب في خلفية الكاميرا. وتكون صورة الشمعة مقلوبة، ولكن هذا لا يهم، فهي مقلوبة لأن الضوء ينفذ في خطوط مستقيمة من خلال العدسة، كما يمكن أن ترى في الصورة التالية.



## الأنواع المختلفة من العدسات:

توجد أنواع مختلفة من العدسات. ولكل نوع استخدام معين يختلف فيه عن الأنواع الأخرى. فالعدسات المحدَّبة تكون أكثر سمكاً في وسطها عن حافتها. وعندما تسطع أشعة الشمس من خلال عدسة محدبة فإنها تتجمع بحيث تتلاقى في نقطة. والعدسة المكبرة هي عدسة من هذا النوع.

والعدسات المقعرة أقل سمكاً في وسطها عن حافتها. وهي تشتت أشعة الضوء، وإذا نظرت خلال واحدة منها فإن الأشياء تبدو أصغر حجماً.

وفي الصورة المجاورة، يبدو الدبوس الأوسط أكبر حجماً إذا نظرنا إليه من خلال العدسة المحدبة العليا، ويبدو أصغر حجماً من خلال العدسة المقعرة السفلى.

## التقاط الضوء من النجوم:

تعتبر التلسكوبات من أهم استعمالات العدسات. والتلسكوبات الضخمة، مثل المبين في الصورة السفلى، تستعمل لتجميع الضوء من النجوم البعيدة. وتقوم عدسة محدبة كبيرة مركبة في أحد طرفي أنبوبة التلسكوب بتجميع الضوء من النجم. ويكبِّر هذا الضوء في العدسة العينية الموجودة عند الطرف الآخر.



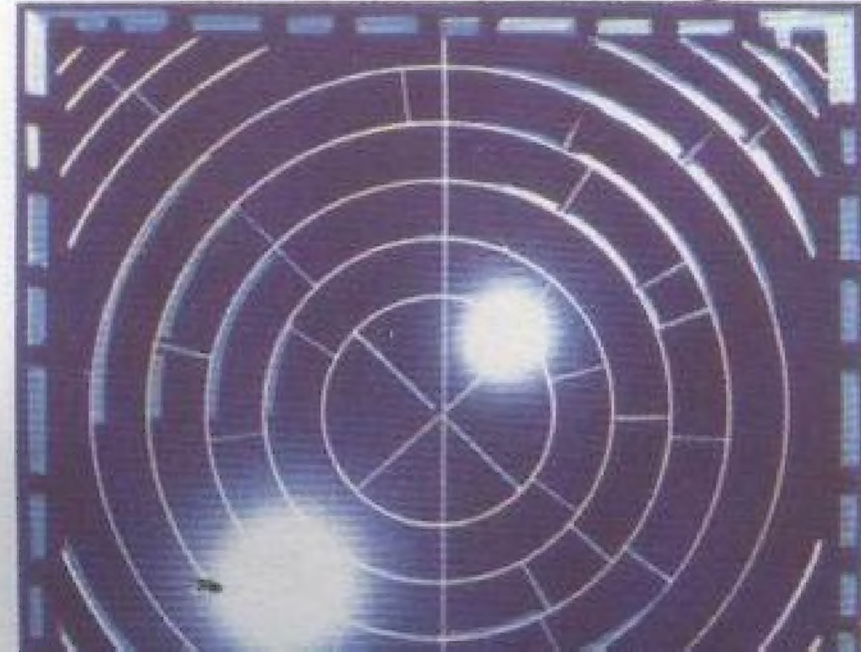
## الخطر من قارورة مكسورة:

إنه من الخطر ترك القوارير المكسورة ملقاة على الأرض. ولكن هناك خطراً خافياً آخر في بعض الأحيان. إذ يمكن أن تسلك القارورة المكسورة سلوك عدسة حارقة فتُشْعِل النار في العُشب الجاف. ولقد اشتعلت بعض نيران الغابات بهذه الكيفية.



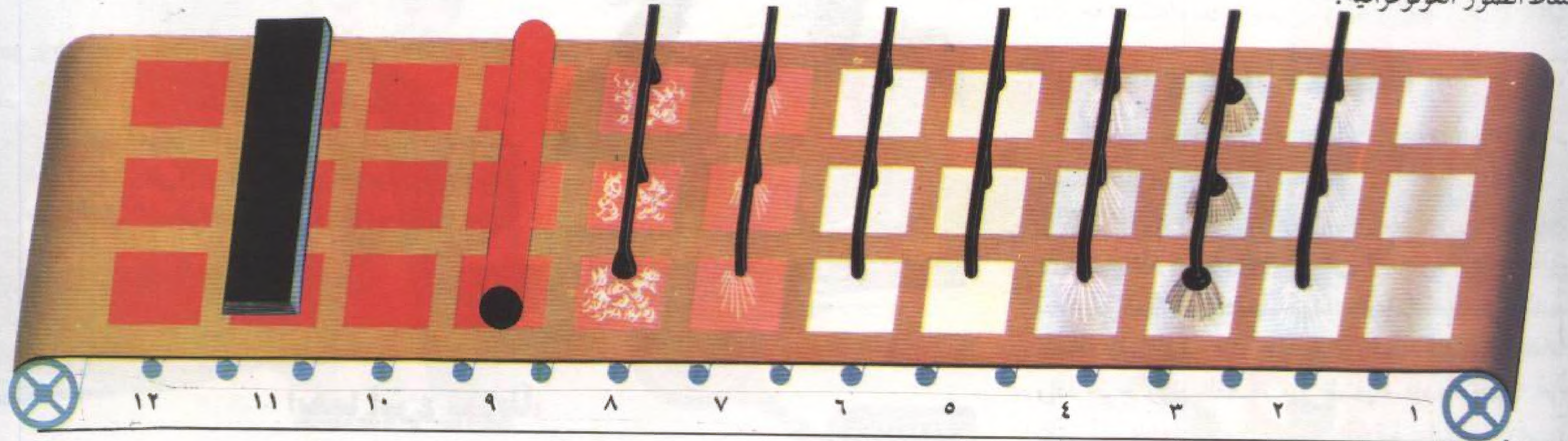
## عدسات المنارات:

تبعث المنارة شعاعاً من الضوء يدور إلى مسافة بعيدة من حولها. ولتحقيق ذلك، ينبعث ضوء قوي ساطع من خلال عدسات عديدة مرتب بعضها مع بعض كما في الصورة السفلى.



## مساعدتنا على الرؤية:

ظل الناس لعدة آلاف من السنين لا يستطيعون أن يروا سوى الأشياء التي يمكنهم النظر إليها بالأعين المجردة. واستعملت النظارات لأول مرة في القرن الثالث عشر. وفي الوقت الحاضر، يرتدي معظمنا نظارات في مرحلةٍ من حياته. والتلسكوبات والنظارات المعظمة تقرِّب إلينا الأشياء البعيدة. وتمكّننا الميكروسكوبات من رؤية الأشياء الدقيقة التي لا يمكن أن نراها بأعيننا المجردة. وعدسة الكاميرا تمكننا من التقاط الصور الفوتوغرافية.

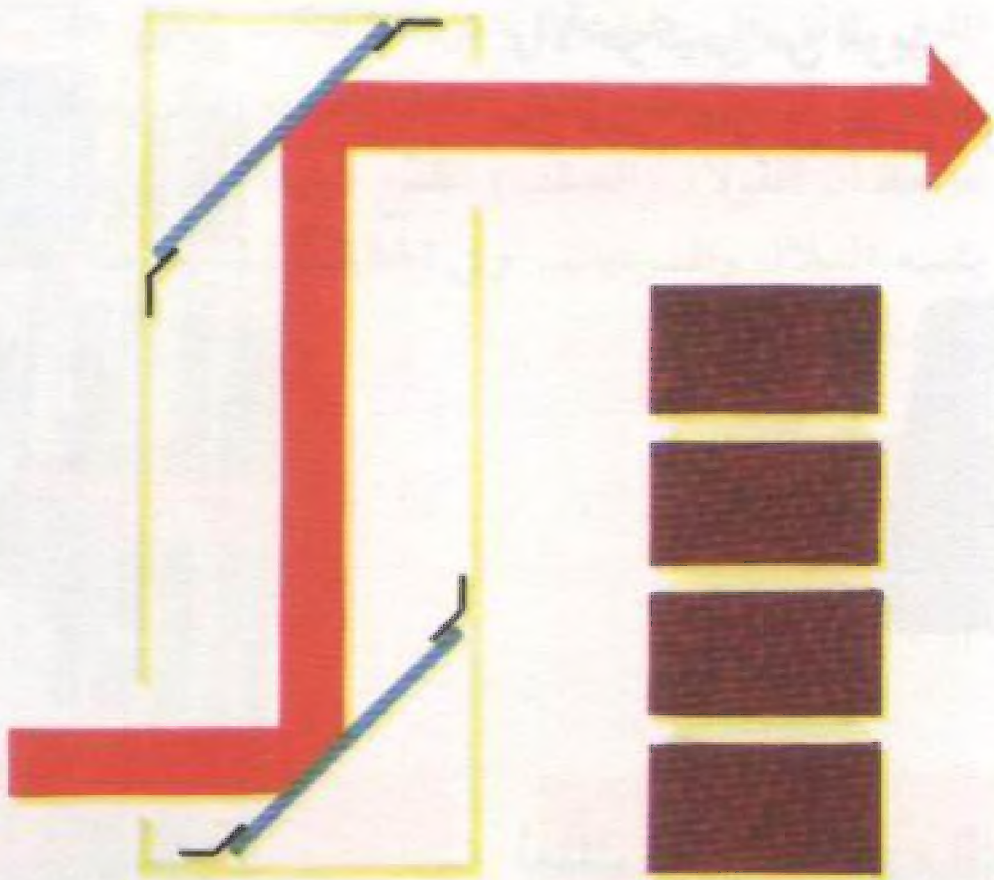



## المرايا:

المرآة قطعة من الزجاج ظهْرها مغلَّف بطبقة من الفضة. وتبين الصورة أعلاه الكيفية التي تصنع بها المرايا. فألواح الزجاج (١) تغسل بالأمونيا (٢)، وتدلك (تُسَنفر) حتى تصبح ملساء (٣)، ثم تشطف بالماء (٤) وتغطى بغلاف من مادة لاصقة (٥). ثم ترش الفضة عليها (٦)، وتغطى بغلاف من النحاس (٧)، ثم تجفف بهواء ساخن (٨). وتستخدم أسطوانات في دهان ظهور المرايا (٩) و (١٠). ويجفف الدهان بواسطة الحرارة (١١). والمرايا الجاهزة مبينة في (١٢) مع وجوهها إلى أسفل.

## المرايا المفيدة:

يمكن للمرايا، مثل العدسات، أن تجعل الأشياء تبدو أكبر أو أصغر من حجمها الطبيعي، فمرآة القيادة (تحت، إلى اليمين) مقوسة إلى الخارج من وسطها. وهي تُجمِّع الضوء من مساحة واسعة وتمكّن السائق من رؤية الطريق خلفه بأكمله. ومرآة الحلاقة (أسفل) مقوسة إلى الداخل، فتبدو الأشياء أكبر حجماً من الواقع.







## الرؤية حول الأركان:

يُستخدم البيرسكوب في الغواصة الغاطسة تحت سطح البحر حتى يستطيع قائدها أن يرى السفن الموجودة على السطح. ويمكنك أن تصنع بيرسكوباً بسيطاً بتثبيت مرآتين في أنبوبة من الورق المقوى. يجب أن تكون زاوية المرآتين كما هو مبين في الصورة العليا بالضبط. انظر إلى المرآة السفلى فيمكنك أن ترى الأشياء الواقعة فيما يلي جدار.

# التفّاحات السّاقِطة

يقال إن رجلاً شهيراً اسمه إسحق نيوتن كان يجلس يوماً ما في حديقة. وسقطت تفاحة من شجرة فوق رأسه. فأخذ يفكر بعمق في سبب سلوك التفاحة بهذه الكيفية. لماذا سقطت التفاحة إلى أسفل من الشجرة؟ لماذا لم تسقط جانبياً أو تقفز إلى أعلى، مثلاً؟

واستنتج نيوتن أن الأرض والتفاحة تتجاذبان، تماماً كما ينجذب دبوس إلى مغنطيس. ولكن حيث أن الأرض بالغة الضخامة، فإنها لا تتأثر بجذب التفاحة. لذلك فإن التفاحة هي التي تنجذب إلى الأرض.

إن القوة التي تجذب التفاحة إلى الأرض تسمى «الجاذبية». والجاذبية تجذب كل شيء في الكون تجاه كل شيء آخر في الكون. وهي تجعل الماء والدراجة ينحدران على سفح جبل. وهي تحفظ كل شيء على الأرض من أن يطير إلى الفضاء.

الجاذبية تبقي أرضنا في مسارها حول الشمس (فوق). ولو لم تكن هناك جاذبية لانفلتت الأرض إلى الفضاء الخارجي.

## القمر وحركة المد والجزر:

بالرغم من أن القمر بعيد جداً عنا، إلا أن جاذبيته محسوسة على الأرض. فجاذبية القمر هي القوة الرئيسية التي تسبب حركات المد والجزر على كل الشواطىء. ويحدث مرتين كل يوم ارتفاع (مدّ) لمياه المحيطات على الشواطىء، ويحدث مرتين انحسار (جزر) بواسطة القمر.

## الجاذبية وانعدام الجاذبية:

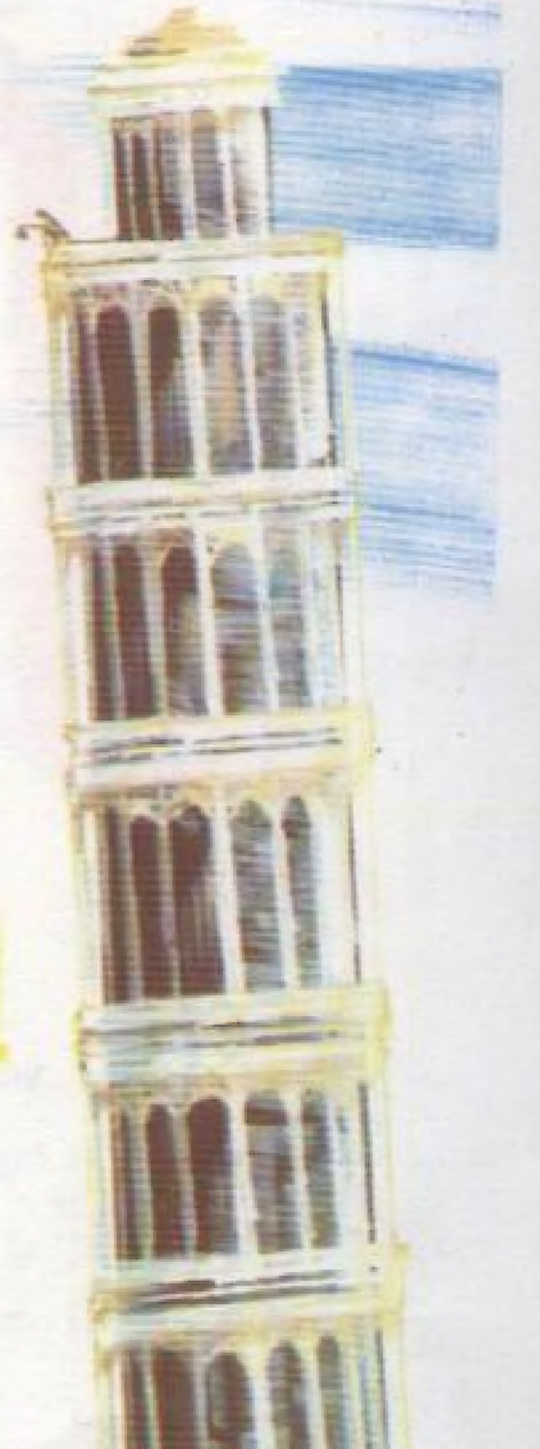
عند إقلاع سفينة فضاء، فإنها تستهلك مقداراً هائلاً من الوقود لدفعها بعيداً عن الأرض. وهذا الوقود يُستَنْفَدُ في التغلب على قوة الجاذبية بين سفينةِ الفضاء والأرض. ولكن ما أن تبتعد سفينة الفضاء عن الأرض، حتى تتناقص الجاذبية تدريجياً. وحينما تكون سفينة الفضاء في منتصف المسافة إلى القمر فإن جاذبية الأرض تكاد تنعدم تماماً. وإذا خرج رواد الفضاء من السفينة فإنهم يَطْفُون حولها دون أن يميزوا بين الأوضاع الفوقية والتحتية (تحت)، وذلك لانعدام الجاذبية.

## أيهما أسرع سقوطاً؟

انظر إلى الشيئين في الصورة السفلى - أحدهما ثقيل الوزنَ والآخر كيس من الريش. ما رأيك في ما سيحدث إذا أُسْقِطَا من مبنى عالٍ في نفس الوقت؟







لعلك تظن أن الشيء الثقيل سيرتطم بالأرض قبل كيس الريش بوقت طويل. ولكن ذلك لن يحدث، إذ إنهما سيصلان إلى الأرض في نفس الوقت. وكان الايطالي العبقري «جاليليو» هو أول من أوضح أن ثقل الأشياء لا يؤثر على سرعة سقوطها. وبرهن على ذلك بإسقاط أثقال مختلفة من قمة برج بيزا المائل الشهير، فارتطمت جميعاً بالأرض في نفس الوقت.

# الإحتِكاك

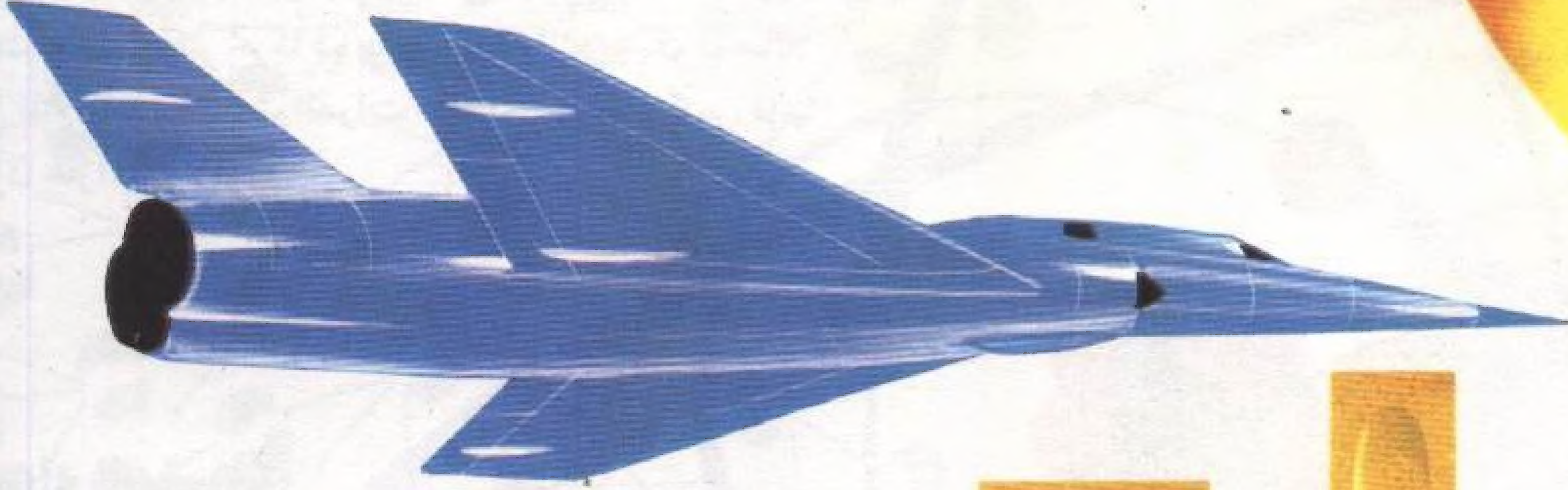
من السهل أن تنزلق على الجليد الأملس. ولكن من الصعب جداً أن تنزلق على طريق خشن. والشيء الذي يمنع انزلاقك يسمى «الاحتكاك». ويتولّد مقدار كبير من الاحتكاك عند دَلْكِ سطحين خشنين بعضهما على بعض. وبدون الاحتكاك فإننا لا نستطيع أن نمشي، لأنه لن يكون هناك «تَشَبُّث» بين أحذيتنا وبين الأرض. ولن توجد أشياء مهمة مثل الفرامل.

## الاحتكاك يولد حرارة:

إذا دلكت رأس عود ثقاب على علبة الكبريت فإنه يسخن إلى درجة تجعله يشتعل إلى لهب. والاحتكاك بين عود الثقاب وعلبة الكبريت هو الذي ولّد الحرارة.

وعند عودة سفينة فضاء إلى الأرض فإنها تتحرك بسرعة عالية جداً خلال الهواء. ويحدث قدر هائل من الاحتكاك بينها وبين الهواء، لذلك فإن مقدمتها يجب أن تُغلَّف بمادة خاصة تنصهر وتتطاير ببطء.

والاحتكاك مفيد جداً في كثير من الحالات. فلو لم يكن هناك احتكاك لما تمكّن القطار (تحت) من بدء تحركه، ولظلت العجلات تلفّ وتلفّ حول نفسها على القضبان.



## الاحتكاك مع الهواء:

تطير الطائرات في الوقت الحاضر بسرعات تبلغ من العُلُوّ بحيث تصبح ساخنة جداً من احتكاكها مع الهواء. وعند طيرانها بسرعة أعلى من ضِعْف سرعة الصوت فيجب أن تكون مصنوعة من فلزات (معادن) خاصة لا تنصهر من الحرارة الشديدة. كذلك فإن انسيابية (الشكل الانسيابي) الطائرة تقلل من الاحتكاك.



إذا سحبنا قالباً من الطوب إلى الأمام، فإن الاحتكاك سيوجد دائماً، سواء كان القالب قائماً أو موضوعاً على جنبه. إن ثقل أي شيء هو الذي يحدث الاحتكاك.

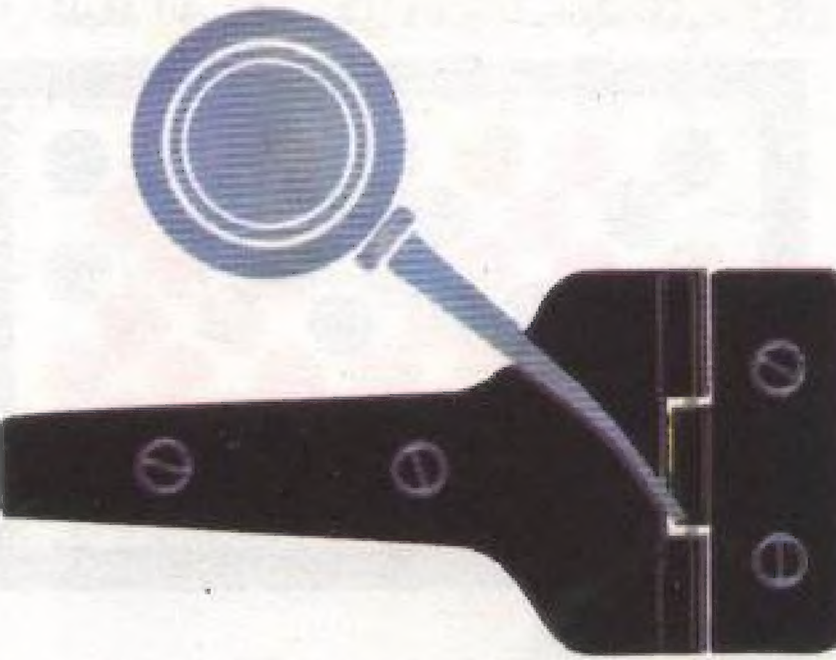
الزيت يقلل الاحتكاك. إنه يكوِّن غشاءً رقيقاً بين الأجزاء المتحركة.





## الملاسة والاحتكاك:

كلما زادت مَلاَسَة السطح تناقص الاحتكاك. فمع الجليد المبتل الذي ينزلق على جليد مبتل، يوجد احتكاك ضئيل جداً. ولكن لا يوجد في الواقع سطح أملس تماماً. فتحت الميكروسكوب (فوق) نلاحظ أن الفولاذ (الصلب) الملمَّع تلميعاً عالياً يكون مغطى بما يشبه التلال والوديان. وفي الحقيقة، لا يمكننا التخلص من الاحتكاك تماماً.

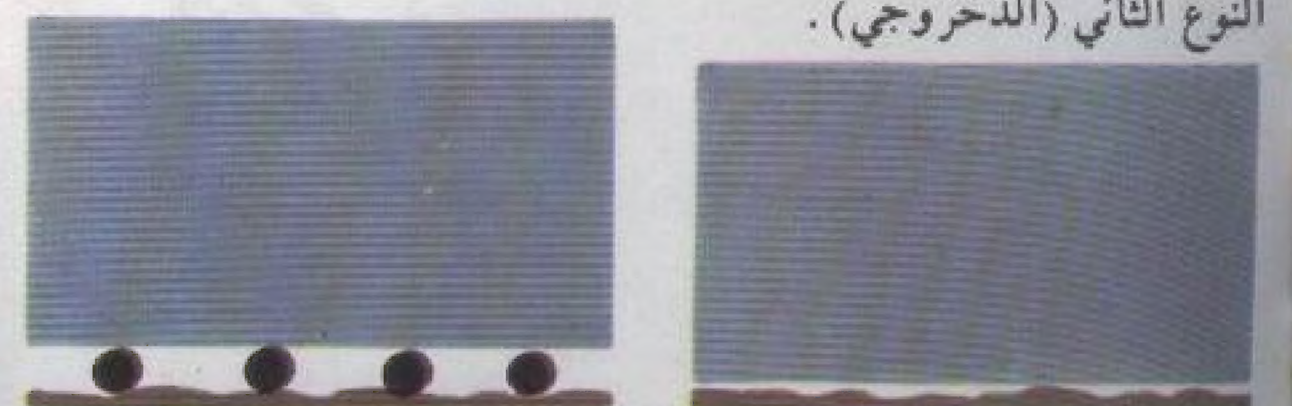


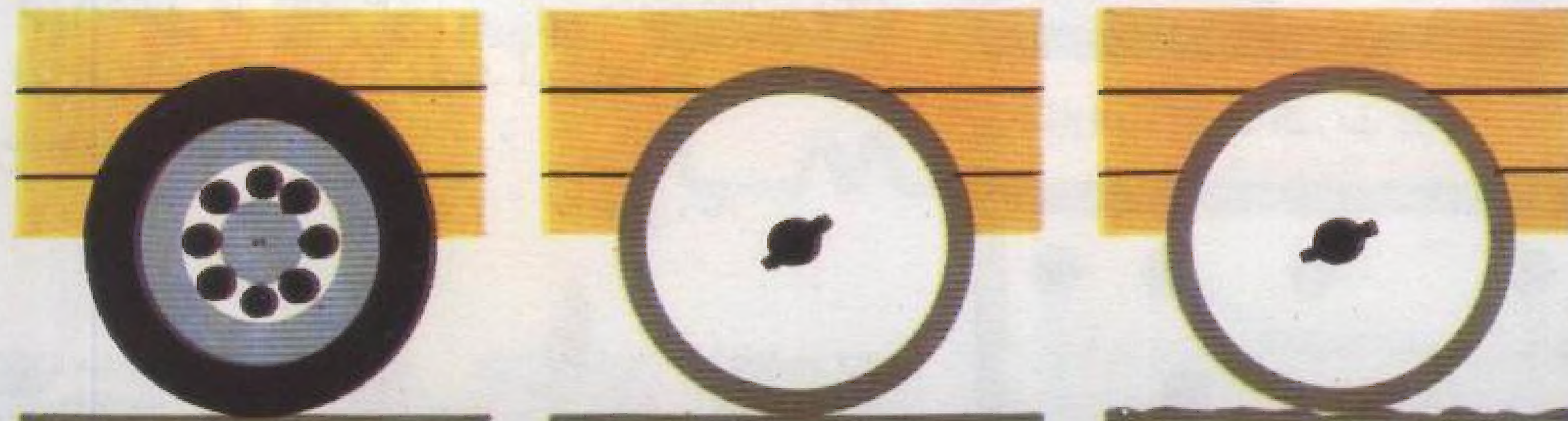
لَفِّفْ عوداً من الخشب بسرعة في ثقب بكتلة خشبية، مع وجود عشب جاف في الثقب. إن طرف العود سيصبح من السخونة بفعل الاحتكاك بحيث سيشتعل العشب إلى لهب.





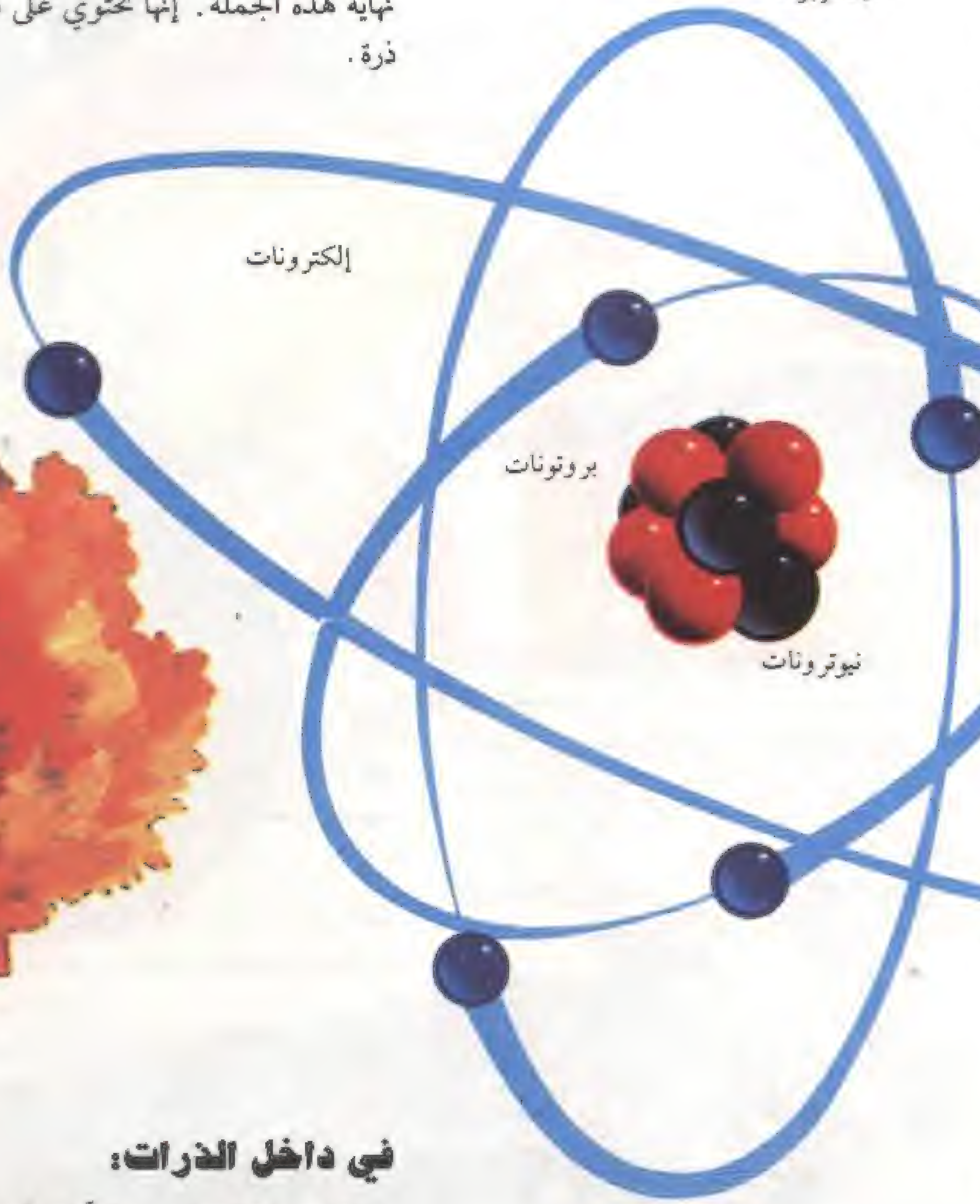
يوجد نوعان من الاحتكاك - الاحتكاك الانزلاقي والاحتكاك الدُّحْرُوجي. والنوع الأول (الانزلاقي) يسبب احتكاكاً أكبر بكثير من النوع الثاني (الدُّحْرُوجي).





# ذرَّات، ذرَّات، ذرَّات

إن كل شيء مكوَّن من ذرات: فالأشياء التي يمكنك أن تراها، مثل خشب المائدة، والأشياء التي لا يمكنك أن تراها، مثل الهواء، كلها مكونة من ذرات، وإذا كانت الذرات في شيء ما وثيقة الترابط معاً، فهذا الشيء يكون جامداً. وإذا كانت الذرات أكثر تحركاً فيما بينها ـ فهذا الشيء يكون سائلاً مثل الماء. أما إذا كانت الذرات حرة الحركة بقدر كبير، فإنها تكون غازاً، مثل الهواء.




## المواد البسيطة:

فكر في عدد الأشياء المختلفة الموجودة من حولك. هذه الملايين من الأشياء المختلفة تتكون في الواقع من نحو مائة مادة بسيطة. هذه المواد البسيطة تسمى «العناصر». وبعض العناصر جامد، مثل الحديد والذهب، وبعض آخر سوائل، مثل الزئبق، وبعض ثالث غازات، مثل الأكسجين والهيدروجين في الهواء.

## الذرات تترابط معاً:

تترابط ذرات العناصر معاً لتكوين مواد مختلفة. فملح الطعام الذي تضيفه إلى غذائك مكوَّن من ذرات عنصري الصوديوم والكلور. وتترابط ذرة من الصوديوم مع ذرة من الكلور لتكوين ملح الطعام، على النحو التالي:

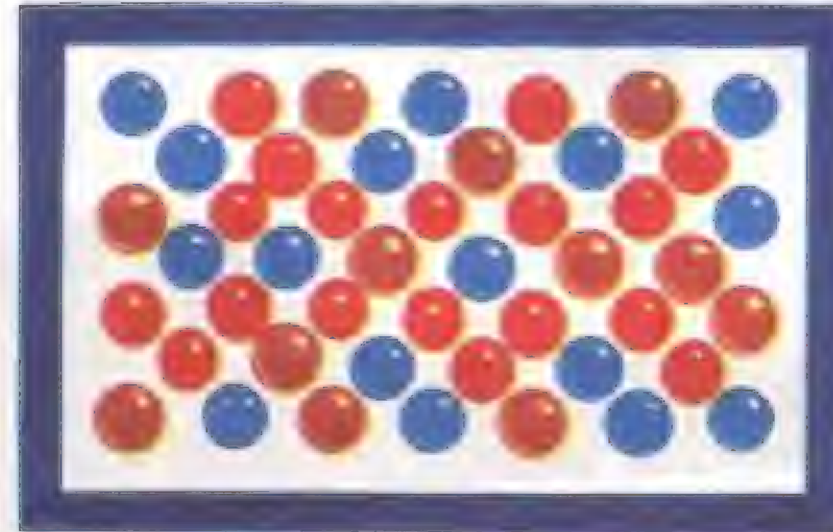



وتترابط معاً ذرتان من غاز الهيدروجين مع ذرة من غاز الأكسجين لتكوين الماء. واتحاد ذرات الهيدروجين والأكسجين يسمى جزيء ماء (تحت). ومعظم الأشياء مكوَّن من ذرات متحدة معاً بهذه الكيفية.

ولكن الماء جزيء بسيط. وبعض الجزيئات معقدة جداً، فهي تشتمل على آلاف الذرات من داخلها. ومع ذلك، فهي من الضآلة بحيث لا يمكنك أن تراها.




في المواد الصلبة، تبقى الذرات متماسكة



في المواد السائلة، يمكن للذرات أن تتحرك



في الغازات، تتحرك الذرات كثيراً



## الذرة الدقيقة:

من الصعب جداً تصور مدى ضآلة الذرة. ونحن لا نستطيع أن نراها ـ بسبب صغرها البالغ. انظر إلى النقطة في نهاية هذه الجملة. إنها تحتوي على نحو ٢٥٠٠٠٠ مليون ذرة.

## في داخل الذرات:

إن كل ذرة تتكون من مكوِّنات أصغر. وكل عنصر مكوَّن من نوع مميز من الذرات. وأبسط ذرة هي ذرة غاز




الهيدروجين. (الهيدروجين غاز خفيف جداً. وعند ملء بالون بالهيدروجين، فإنه يرتفع في الهواء).

وذرة الهيدروجين تبدو كشيء توضِّحه هذه الصورة (فوق). والمركز جسم جامد دقيق يسمى «البروتون»، ويدور من حوله «إلكترون».

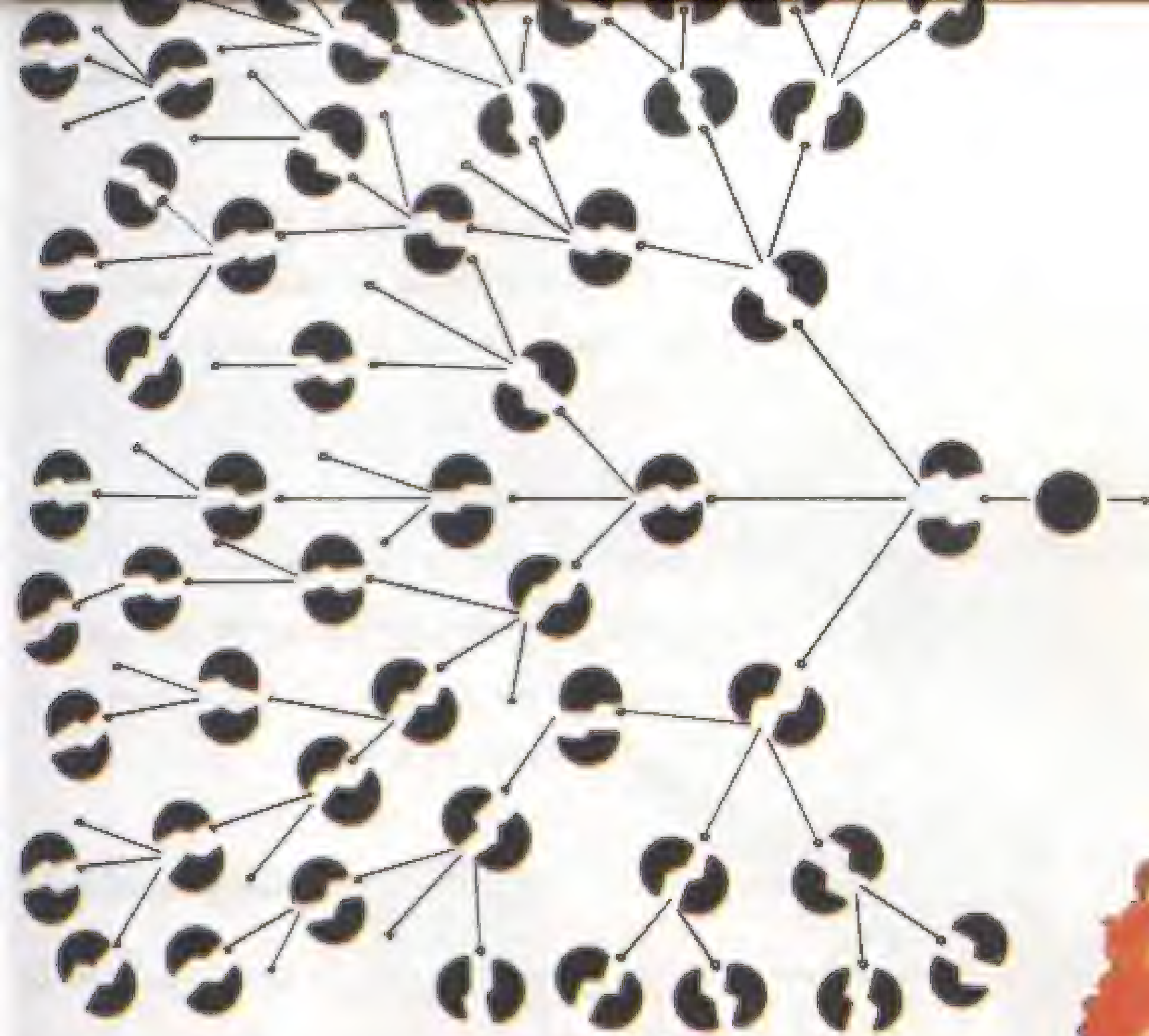
والذرات الأخرى أكثر تعقيداً من ذرة الهيدروجين. فالرصاص الموجود في أقلام الكتابة، والخشب المحروق، كلاهما مكون من «الكربون». وتحتوي ذرة الكربون على ٦ إلكترونات تدور حول المركز. والمركز مكوَّن من ٦ بروتونات و٦ أشياء أخرى تسمى «النيوترونات». وهي شيء تمثله الصورة العليا في هذه الصفحة.

وتدور الإلكترونات الدقيقة حول مركز الذرة بسرعات

## استعمال الذرات:

عند انشطار مركز الذرة، فإن المكوِّنات تتناثر بسرعة عظيمة، وهي تولِّد قدراً كبيراً من الحرارة حينما يحدث لها ذلك.

ويمكن للعلماء أن يشطروا الذرة. كما يمكنهم أن يجعلوا المكوِّنات المتناثرة من هذا الانفجار الدقيق تؤدي إلى انشطار ذرات أخرى، وهكذا حتى يحدث تفجيرٌ لملايين من الذرات. ويحدث هذا على نحو فجائي، ويسمى «التفاعل المتسلسل» (الصورة المجاورة). وإذا لم يتم التحكم في تفاعل متسلسل، فإننا نحصل على تفجير ذري. وتُحدِث القنابل الذرية تفاعلاتٍ متسلسلة في ذرات غير متحكَّم فيها (تحت).





## ألبير أينشتاين:

كان ألبير أينشتاين عالماً ألمانياً فذاً توفي عام ١٩٥٥. وكان أول إنسان يقول إن المادة يمكن تحويلها إلى حرارة، أو إلى صور أخرى من الطاقة.

وما قاله أينشتاين كان بداية لأعمالٍ وبحوث أدّت إلى صنع القنبلةِ الذرية ثم إلى إنشاء محطات القدرة الذرية..

## الكهرباء من الذرة:

يتزايد توليد الكهرباء، التي نستعملها، من محطات القدرة الذرية. وللحصول على قدرة مفيدة من الذرة، يستعمل العلماء فلزاً من نوع خاص يسمى «اليورانيوم» والذرات في هذا اليورانيوم تنشط دائماً مولِّدةً حرارة. وللتحكم في مقدار الحرارة، يُشَكَّل اليورانيوم على هيئة سيقان طويلة. وتوضع السيقان في قلب مفاعل، ويفصل بعضها عن بعض بواسطة سيقان أخرى مصنوعة من الكربون. ومع استعمال العَدَد الملائم من سيقان اليورانيوم وسيقان الكربون، فإن المفاعل يستمر في توليد قدر كبير من الحرارة المأمونة.

ويتدفق الماء في دورانٍ متواصلٍ داخل المفاعل. وهذا الماء يغلي، ويُوجَّه البخار الناتج لتشغيل تربينات. وتولِّد التربينةُ الكهرباءَ. وتغذّى هذه الكهرباء في شبكة الكهرباء العامة.

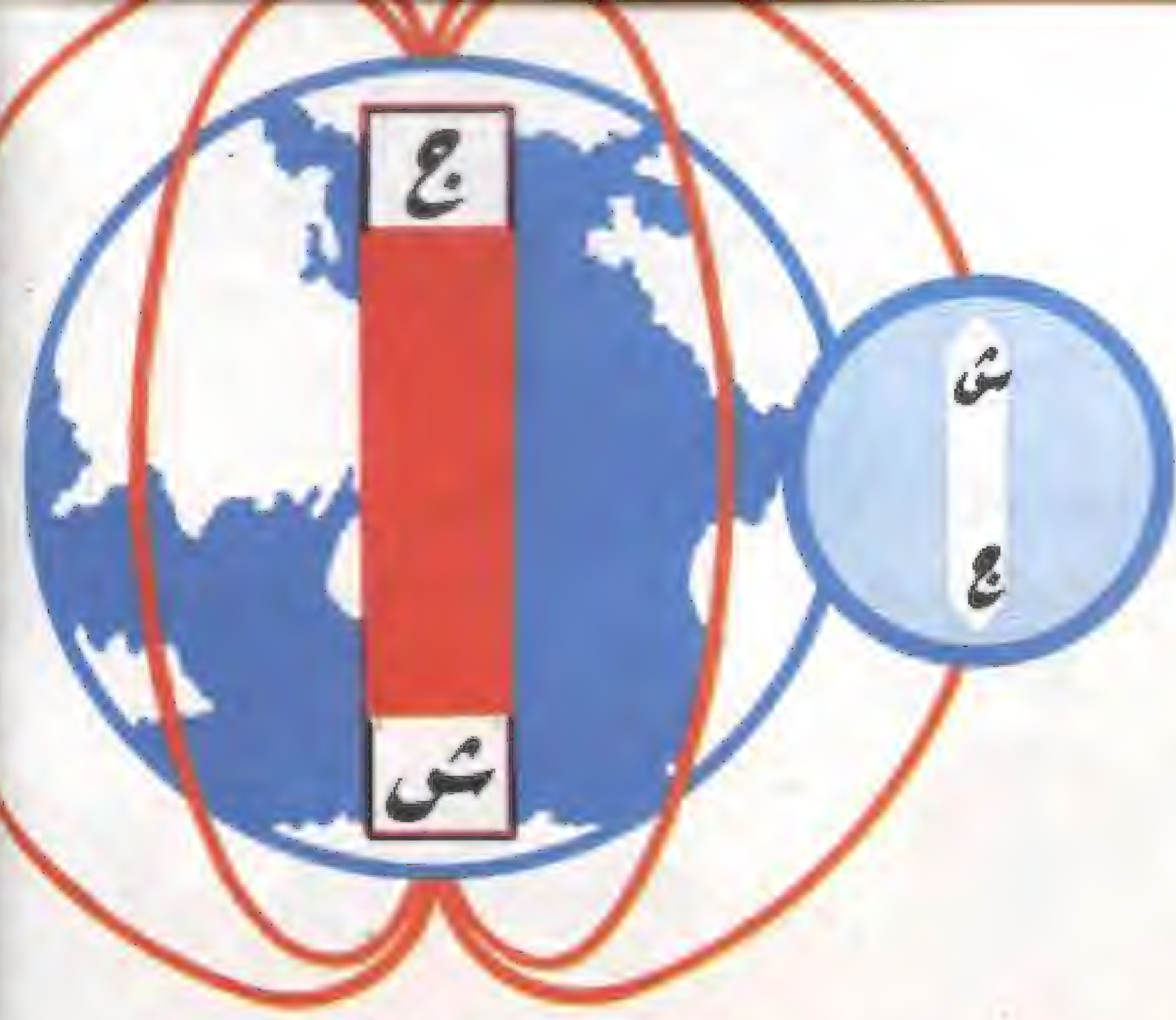



في قلب المفاعل بمحطة القدرة الذرية يوجد بعض سيقان تسمى «سيقان التحكم». وهذه يمكن تحريكها إلى الخارج أو إلى الداخل للتحكم في التفاعل المتسلسل.

# المغنطيسات السحرية

تُحكى قصة عن راعٍ إغريقي قديم كان يسمى «ماجْنِس». وفي أحد الأيام، حينما كان يرعى غنمه، أدهشه ملاحظة أن المسامير الحديدية في خُفِّه (صندله) تنجذب إلى حجر أسود كبير. لقد اكتشف ماجنس في الواقع المغنطيسية. وهذا الحجر نسميه «المغنتيت»، وهو مغنطيس طبيعي.

والكرة الأرضية بأكملها تتصرّف وكأنها تحتوي على مغنطيس هائل في مركزها. وتنتشر القوة الخفية لهذا المغنطيس الهائل في الفضاء المحيط بالأرض. وهذا المجال المغنطيسي حول الأرض مهم جداً، وهو الذي يتسبب في جعل إبر البوصلات تشير دائماً إلى الشمال.






فوق: تشبه الكرة الأرضية مغنطيساً هائلاً. وهذا يجعل إبر البوصلات تشير إلى الشمال والجنوب.

يمين: قطعة من صخر مغنطيسي. وهي تجذب المسامير إليها كما يفعل المغنطيس تماماً.

## التجاذب والتنافر:

إن المغنطيس يجذب فلزات (معادن) مثل الحديد، والفولاذ (الصلب)، وبعض معادن أخرى. وهو يلتقط الدبابيس والمسامير، ولكنه لا يلتقِط قطعاً من الخشب أو الورق أو الأشياء المصنوعة من فلزات مثل النحاس أو الذهب. وبعض المغنطيسات قوي، والبعض الآخر ضعيف.

وطرفا المغنطيس يسميان «القطبين». والطرف الذي يشير تجاه الشمال يسمى «القطب الشمالي». والطرف الآخر هو «القطب الجنوبي» للمغنطيس. ونرمز إلى القطب الشمالي بالرمز «ش» (N). وإلى القطب الجنوبي بالرمز «ج» (S). والمغنطيسات المبينة في الصور السفلى تسمى «قضباناً مغنطيسية». وكل المغنطيسات أقوى عند طرفيها عن وسطها، لذلك يمكنها أن تلتقط أشياء أكثر عند أقطابها.




ضع القطب الشمالي لمغنطيس بالقرب من القطب الجنوبي لمغنطيس آخر. سيتلاصق المغنطيسان معاً.




ضع القطب الجنوبي لمغنطيس بالقرب من القطب الجنوبي لمغنطيس آخر. سيتنافر المغنطيسان.







المغنطيس في الصورة المجاورة يسمى «مغنطيساً على شكل حدوة الحصان». وإذا علّقتَ سلسلة من الدبابيس منه، فسيصير كل دبوس مغنطيساً صغيراً. ولكل مغنطيس منها قطبان، وهو يحتفظ بمغنطيسيته بعض الوقت بعد فصله عن المغنطيس الكبير.

## كيف يعمل المغنطيس؟

لتفهُّم الكيفية التي يعمل بها المغنطيس، يمكننا أن نتخيل أنه مكوَّن من عدة مغنطيسات دقيقة. قبل أن يصبح هذا المغنطيس مُمَغْنَطاً، فإن هذه القطع الدقيقة تكون واقعة في اتجاهات مختلفة. وبالرغم من أنها جميعاً مغنطيسيات دقيقة، فإنها تُبْطِل (تلغي) عمل بعضها البعض. والقضيب بأكمله لا يكون مغنطيساً، ولا يمكنه التقاط إبرة دبوس.



إذا دلكنا القضيب بمغنطيس أو إذا لَفَفْنا سلكاً حوله وأمررنا تياراً كهربائياً خلال السلك، فإن جميع المغنطيسات الدقيقة تتحاذى وتشير إلى نفس الاتجاه. فأقطابها الشمالية تشير إلى أحد الاتجاهين، وتشير أقطابها الجنوبية إلى الاتجاه الآخر، لقد أصبح لدينا مغنطيس.



## الكهرباء تصنع المغنطيسات؟

إذا أخذنا قطعة من السلك ولَفَفْناها حول قلم، فإننا نحصل على ملف من السلك. وإذا لامسنا كل طرف من طرف الملف بنهايتي التوصيل لبطارية، نلاحظ أن الملف يصبح مغنطيساً. ومع سريان التيار الكهربائي من البطارية خلال الملف، فإن الملف يصبح «مغنطيساً كهربائياً». ويكون له قطب شمالي وقطب جنوبي، مثل أي قضيب مغنطيسي تماماً.

وإذا لففنا السلك حول مسمار كبير، بدلاً من القلم، فإن الملف يصبح مغنطيساً أقوى. وعند إمرار تيار كهربائي من خلاله، فإنه سيرفع أشياء أكثر ثقلاً. وإذا أخرجنا المسمار من الملف فإننا سنجد أن المسمار قد أصبح مغنطيساً أيضاً.

ان المغنطيسات مفيدة جداً.

إن الونش في هذه الصورة الكبيرة يستعمل مغنطيساً كهربائياً قوياً لرفع الخردة الحديدية. وعندما يريد سائق الونش أن يُسقط الخردة فما عليه إلا أن يقطع سريان التيار الكهربائي.

المغنطيس الكهربائي عبارة عن ملف من السلك موضوع حول قطعة من الحديد. ويعمل المغنطيس عند إمرار الكهرباء خلال السلك.



## المجال المغنطيسي:

إذا وضعنا قطعة من الورق فوق قضيب مغنطيسي ونثرنا بُرادة حديد عليها، فإن البُرادة سترتب نفسها كما ترى في الصورة (تحت).



إن برادة الحديد توضح المجال المغنطيسي للمغنطيس. يمكنك أن تلاحظ أن هناك برادة أكثر عند قطبي المغنطيس.



## صنع مغنطيس:

إذا دَلَكْتَ مسماراً دلْكاً طولياً منتظماً بمغنطيس، سيصبح المسمار مغنطيساً كذلك. ولكن عليك أن تدلك المسمار في اتجاه واحد فقط. علّق المسمار وستجد أنه سيشير إلى الشمال.



# الكهرباء مِن حولنا

عندما كان الاغريق القدماء يَرَوْنَ البرق يومض عليهم من السماء، فإنهم كانوا يظنون أن الإلـه زيوس غاضب عليهم، وأنه لذلك يرميهم بالصواعق. ونحن نعرف الآن أن البرق هو وميض من الكهرباء يقفز من سحابة إلى سحابة أو من السحاب إلى الأرض.

## الالكترونات تزاول عملها:

عندما تمشي على بعض السجاجيد فإنك تتلقى صدمة كهربائية خفيفة إذا لامست شيئاً مصنوعاً من المعدن. إن قدميك تلتقطان بعض الإلكترونات من الذرات الموجودة في السجادة. وهذه الإلكترونات الزائدة تنتشر في كل أنحاء جسمك. إنك تصبح مشحوناً بالكهرباء. ثم إذا لامست بعد ذلك شيئاً مثل مقبض (أكرة) الباب، فإن هذه الإلكترونات الزائدة تقفز إلى المعدن، وتحدث شرارةً دقيقة وتشعر بصدمة صغيرة. إن دَلْك قدميك على السجادة قد ولَّد الكهرباء.

يمكننا أن نتصور الإلكترونات وكأنها قِطَع صغيرة من الكهرباء السالبة. وعندما تقفز الإلكترونات من ذرة إلى ذرة على طول سلك، فإننا نقول إن تياراً كهربائياً يسري في السلك. وتلزم ملايين وملايين من الإلكترونات القافزة على طول السلك لإضاءة مصباح كهربائي.




## توليد الكهرباء:

يتم توليد معظم الكهرباء التي نستعملها بواسطة مولِّدات. (إذا كان لديك مولِّد صغير في دراجتك، فقد يُسمى «دينامو»).

ولقد توصَّل ميشيل فاراداي في عام ١٨٣١ إلى أحد الاكتشافات العظيمة على مَرّ التاريخ. فلقد وجد أنه عند تحريك سلك خلال المجال غير المرئي الذي يحيط بمغنطيس، يسري تيار كهربائي في السلك. ويمكنك أن تكوِّن فكرة عن ذلك من الصورة العليا. ويكون التيار الكهربائي أكبر ما يمكن (المصباح يضيء إضاءة ساطعة) عندما تقطع أنشوطةُ السلك المجالَ المغنطيسي في اتجاه مباشر عبر المجال المغنطيسي. (يوجد مجال مغنطيسي خَفِيٌّ بين القطبين الشمالي والجنوبي للمغنطيس).

## ميشيل فاراداي:

ولد ميشيل فاراداي عام ١٧٩١. وكان أول رجل يكتشف أن الكهرباء تتولد عند تحريك سلك خلال مجال مغنطيسي. وعلى ذلك فإن فاراداي هو الذي أعطى القدرة الكهربائية لمنازلنا ومصانعنا.

ولقد قام كذلك بأبحاث فذة أثبتت وجود علاقة وثيقة بين الكهرباء والكيمياء.



## توليد الكهرباء بوفرة:

إن المولِّد البسيط السابق شرحه يولِّد كهرباء قليلة جداً. ولتوليد كهرباء تكفي لمدينة كبيرة، فإننا نحتاج إلى مولدات ضخمة مثل تلك المبينة في الصفحة المقابلة. وبدلاً من استعمال أنشوطة سلك واحدة، فإن تلك المولدات تحتوي على آلاف منها. والمغنطيسات عبارة عن مغنطيسات كهربائية قوية.

## نوعان من التيار الكهربائي:

عند توصيل قطعة من السلك بطرفي بطارية، يسري تيار كهربائي خلال السلك. وتتدفق الإلكترونات من الطرف السالب للبطارية إلى طرفها الموجب. وهذا النوع من التيار الكهربائي يسمى «تياراً مستمراً».

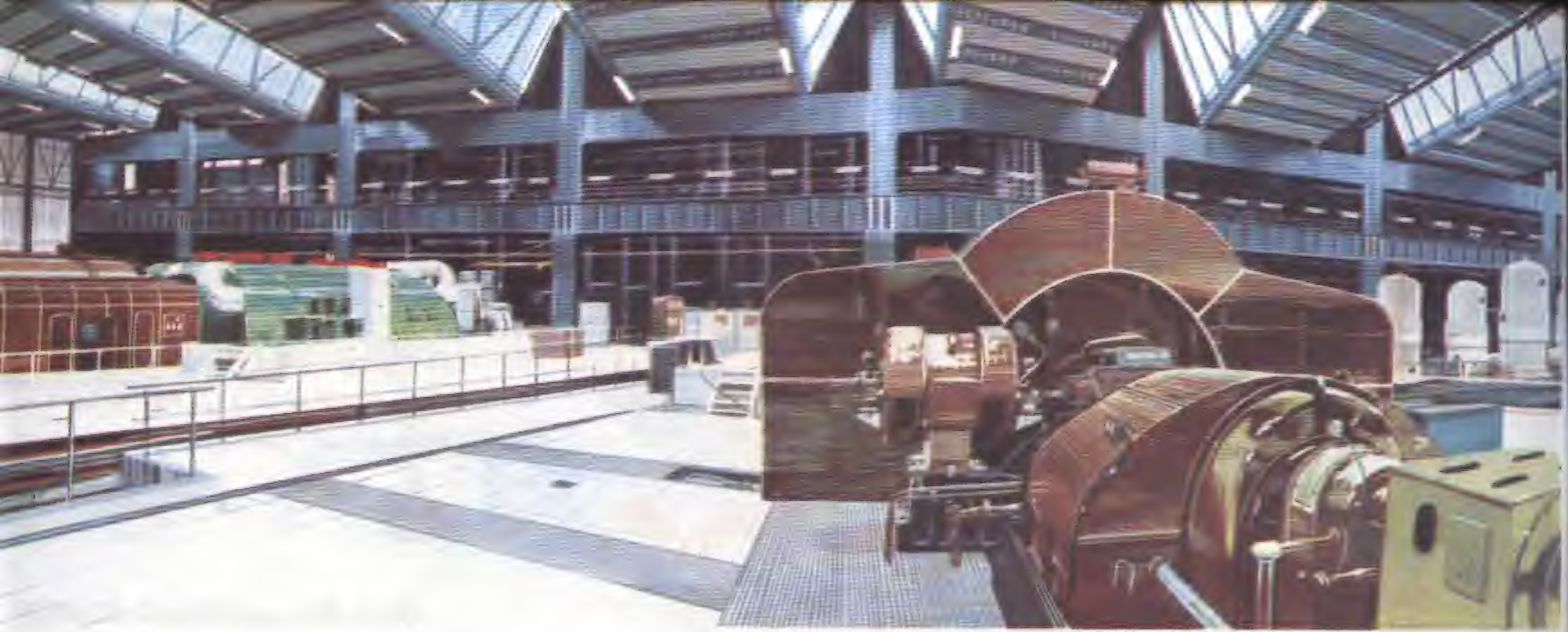
والتيار الذي يسري في منزلك ليس تياراً مستمراً، بل هو «تيار متردد»، لأنه يسري أولاً في اتجاه ثم في الاتجاه الآخر. وهو يكرِّر هذه الدورة ذهاباً وإياباً ٦٠ مرة في كل ثانية.

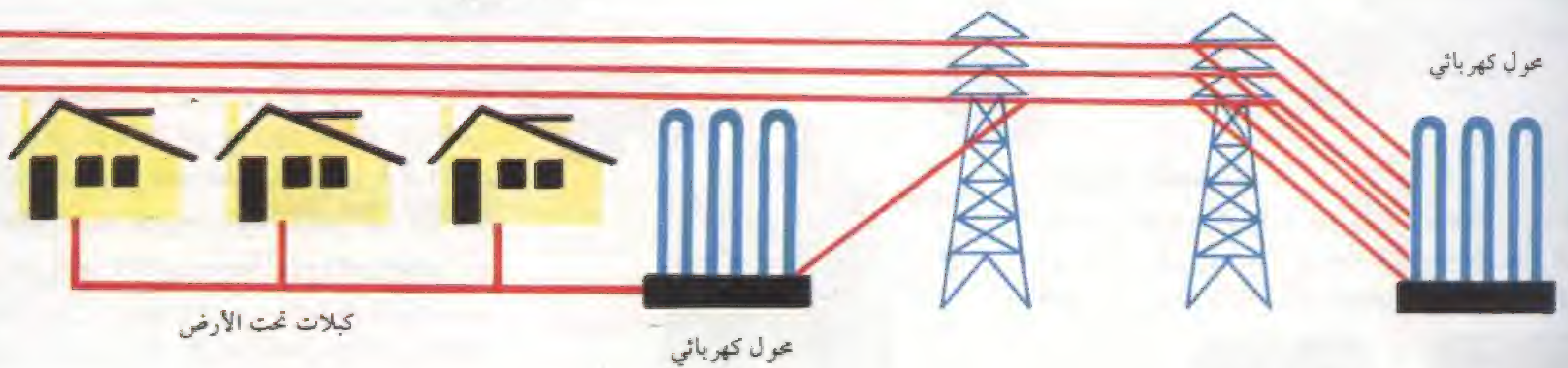
## في داخل القابس (الفيشة):

يوجد داخل القوابس في منزلك ثلاثة أسلاك (تحت). وتأتي الكهرباء من مِقْبَس (دَوَاة) الحائط وتسري في أحد الأسلاك. فهي تسري من القابس، خلال المصباح مثلاً، ثم تعود من خلال السلك الثاني إلى المقبس. أما السلك الثالث، المُلَوَّن باللونين الأخضر والأصفر، فهو سلك أمان، وهو موصَّل بالأرض.

كذلك يوجد مصهر (فيوز) في القابس. وتستعمل المصاهر لتوفير الأمان. فهي تساعد على منع اشتعال النيران، وذلك لأنه إذا سخن سلك ما سخونةً مفرطة فإنه يشتعل. والمصهر يمنع حدوث ذلك، حيث توجد في داخله قطعة رفيعة من سلك طري. وإذا مر تيار كهربائي أكثر من اللازم خلال سلك المصهر فإنه ينصهر وينقطع. ويتوقف سريان الكهرباء.








## الكهرباء تسري في دائرة:

حينما تستخدم الكهرباء ـ أي حينما تضيء مصباحاً كهربائياً مثلاً ـ فإن عليها أن تواصل السريان. فهي تسري من المولد الضخم في محطة القدرة، خلال الكبلات العلوية الممدودة على أبراج فوق الأرض.

وحينما تصل الكهرباء إلى مدينتك فإنها تسري خلال كبلات تحت الأرض إلى منزلك. ثم تسري خلال مصباحك، وتعود خلال كَبْل آخر على طول المسافة إلى محطة القدرة.

وتحتاج الكهرباء دائماً إلى كَبْلَيْن. كبل منهما يوصِّل الكهرباء إلى مصباحك، والآخر يعيدها إلى المولد.

وعندما يلزم توصيل الكهرباء إلى مسافات طويلة، فإنها تمر أولاً خلال محوّل كهربائي. ويقوم المحول برفع فلطية (جهد) الكهرباء ـ أي يعطيها دَفْعاً أكثر. وعندما تصل الكهرباء إلى مدينتك يقوم محول كهربائي آخر بخفض الفلطية مرة أخرى حتى يمكننا أن نستعملها بأمان.

## الأمان والسلامة عند استخدام الكهرباء:

إن الكهرباء لازمة لنا ولا يمكننا الاستغناء عنها. وتبين الصورة المجاورة بعض الأشياء التي تؤديها لنا. ولكن يجب عليك أن تتعامل مع الكهرباء بحرص وعناية، لأنها قد تصبح خطيرة.

وفيما يلي بعض قواعد الأمان والسلامة:

لا تعبث بالتوصيلات والخطوط الكهربائية.

لا تلمس قط أيَّ شيء كهربائي إذا كنت في الحمّام أو إذا كانت يداك أو قدماك مبتلتين. فالماء يسمح بسريان التيار الكهربائي في جسمك بسهولة.

لا تقف قط تحت شجرة عند حدوث بَرْق من حولك. فإن البرق يختار دائماً أسهل طريق للوصول إلى الأرض. والطريق خلال الشجرة أسهل منه خلال الهواء.



## البطاريات:

إن الكهرباء التي تأتي من البطاريات إنما تولّدها المواد الكيميائية الموجودة في داخلها. والبطارية الجافة التي تستعملها في مصباح الجيب والراديو الترانزستور تتوقف عن توليد الكهرباء بعد فترة معينة، ولا يمكن إعادة شحنها. أما البطاريات مثل تلك المستعملة في السيارات فيمكن إعادة شحنها مرة بعد أخرى. وتوجد في داخل بطارية السيارة ألواح من الرصاص مغمورة في حامض كبريتيك ضعيف. وتوضح الصورة السفلى الكيفية التي ترتَّب بها ألواح الرصاص.



# الأصوات

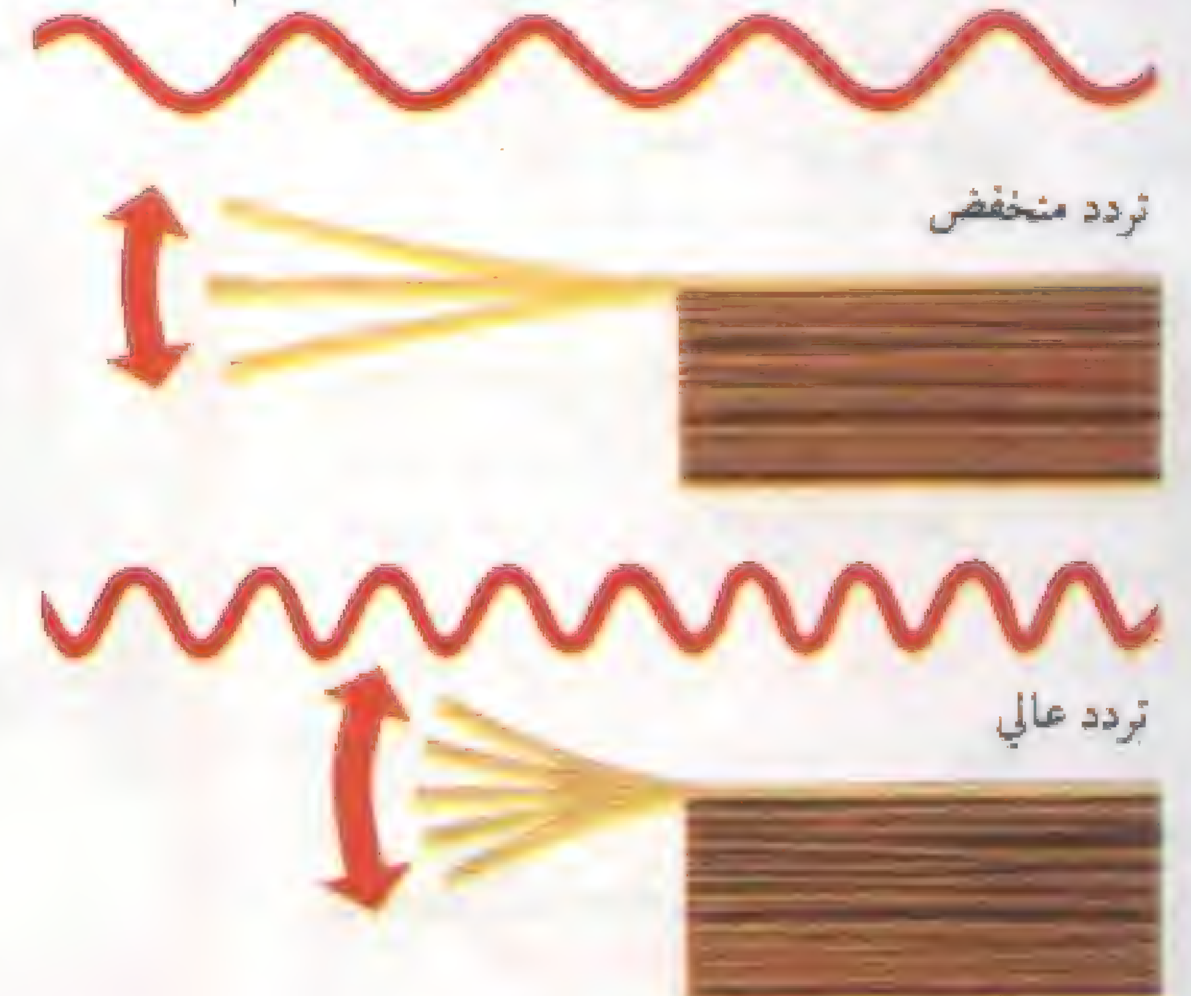
إن الهواء مملوء بالأصوات ـ وبعضها لطيف مثل صوت الموسيقى، والبعض الآخر، مزعج مثل ضجيج الخبط على الأبواب. ولكن سواء كانت الأصوات لطيفة أو مزعجة، فإنها جميعاً تحدث من شيء متحرك. فقبل أن تلتقط آذاننا صوتاً ما، يجب أن يتحرك شيء في الهواء فيجعل الهواء يهتز. وهذه الاهتزازات غير المرئية تنتقل خلال الهواء، وهي تسمى «موجات صوتية». وتنتقل الموجات الصوتية خلال الهواء بسرعة ٣٤٠ متراً في الثانية تقريباً. ولكنها لا تكاد تقارن بالسرعات العظيمة للموجات الضوئية أو الموجات الراديوية.

## الأصوات تحتاج إلى وسط حامل:

إذا لم يكن يوجد هواء لأمكننا أن نقف في شارع مزدحم دون أن نسمع شيئاً. فالموجات الصوتية يلزمها شيء ما لتنتقل خلاله. والموجات الضوئية والراديوية لا تحتاج إلى هواء، فأنت يمكنك أن ترى الضوء آتياً من القمر. ويمكننا أن نتحدث عن طريق الراديو مع رواد الفضاء على القمر. ومع ذلك، فإن هذه الموجات الضوئية والراديوية قد انتقلت خلال الفضاء حيث لا يوجد هواء. ولكن مهما كان عُلُوُّ الصوت على القمر فإننا لن نسمعه لعدم وجود هواء.

## ما هو الصوت؟

يحدث الصوت نتيجة تحركات سريعة ذهاباً وإياباً تسمى «الاهتزازات». أَمْسِكْ بمسطرة معدنية على منضدة بحيث تبرز منها إلى الخارج لمسافة ٢٠ سنتيمتراً تقريباً. عندما تضغط على الطرف البارز للمسطرة ثم تُطْلِقْه فإن المسطرة تهتز في الهواء، وتلتقط آذاننا الموجات الصوتية التي تحدثها المسطرة المهتزة. والآن أَمْسِك المسطرة بحيث تبرز لمسافة ١٥ سنتيمتراً فقط واضغط على طرفها البارز ثم أَطْلِقْه.




ستلاحظ أن سرعة اهتزاز المسطرة قد زادت هذه المرة. ويعني ذلك وجود موجات صوتية أكثر في كل ثانية. وعدد الموجات الصوتية في الثانية يسمى «تردداً». وكلما ازداد التردد تزايد علوّ الصوت الذي نسمعه.



## النواقيس والأجراس القرصية:

يمكن صنع النواقيس من أي شيء تقريباً ـ من الحديد أو الزجاج بل ومن الخشب. ولكن النواقيس الكبيرة تصنع عادة من البرونز ـ وهو خليط من النحاس والقصدير. وهي تُصَبّ (تُسْبَك) من قطعة واحدة وعندما تُدَقّ فإنها تهتز محدثةً نغمة موسيقية.



أكبر ناقوس في العالم يوجد في الكرملين بموسكو. ويبلغ وزنه ١٩٦ طناً ولكنه انكسر قبل أن يدق.

ولقد استعملت الأجراس القُرْصِيَّة (الجُونْج) في الشرق خلال مئات من السنين. وهي تصنع من المعدن ويُدَقّ عليها بمطرقة ذات رأس طري.

تنتقل الموجات الصوتية خلال الهواء وتدخل في آذاننا. وهي تصطدم في داخلها بما يسمى «طبلة الأذن». وهي غشا رقيق يفصل الأذن الخارجية عن الداخل. وتهتز طبلة الأذ بنفس سرعة الموجات الصوتية. وهذه الاهتزازات تُمَرَّر إل طبلةِ أذنٍ داخلية بواسطة ثلاث عِظَام دقيقة. ومن هنا تنتقل الاهتزازات إلى أنبوبة حلزونية تسمى «قوقعة

إلى الدماغ
طبلة الأذن
موجات صوتية
قوقعة الأذن

الأذن». وهذه الأنبوبة مملوءة بسائل يهتز بنفس سرعة طب الأذن الداخلية. وتوجد في السائل المهتز شُعَيْرات دقيقة وهذه الشعيرات تبعث برسائل عن طريق العصب السمع إلى الدماغ، وبالتالي يخبرنا الدماغ أننا نسمع صوتاً.

## «رؤية» الأصوات:

عند دخول الموجات الصوتية في ميكروفون فإنها تتحول إلى موجا كهربائية. ويمكن رؤية هذه الموجات الكهربائية على شاشة تشب شاشة التليفزيون. والأصوات المنخفضة تبدو إلى حد ما مثل



الصورة (١). وتبدو الأصوات العالية مثل الصورة (٢) والأصوات اللَّيِّنة مثل (٣). والأصوات الزاعقة مثل (٤).




## ما هو الصدى؟

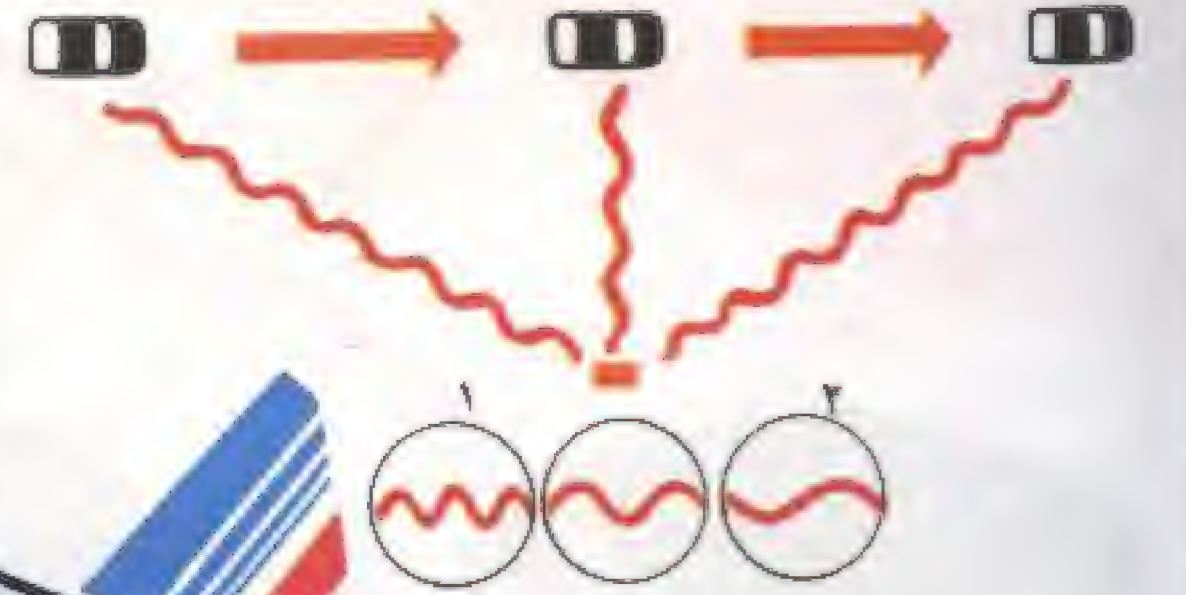
ترتد الموجات الصوتية عند اصطدامها بشيء ما، تماماً كما تنعكس الموجات الضوئية على مرآة.




وعند فرقعة طلقة نارية، تحدث موجات صوتية يتجه بعضها مباشر إلى أذني الرجل (١). وبعض آخر يصطدم بالجدار ويرتد عائد إلى الرجل (٢). وإذا كان الجدار بعيداً بُعْداً كافياً، فإنه يسمع «الصدى» من الجدار بعد الفرقعة الأولى.

## نبرة الصوت:

هل لاحظت كيف أن النغمة الموسيقية ـ طبقة الصوت ـ لبوق سيارة تكون أعلى حينما تكون السيارة قادمة تجاهَكَ مما لو كانت السيارة تبتعد عنك؟ حينما تكون السيارة قادمة تجاهك فإن الموجات الصوتية من البوق تتزاحم معاً (١). ويصل مقدار أكثر منها إليك في كل ثانية. وحينما تبتعد السيارة، يحدث عكس ذلك، فيكون الصوت أقل (٢).




## فرقعات من السماء:

يطير بعض الطائرات بسرعة أعلى من سرعة الموجات الصوتية. وهذا يسبب مشكلة ضوضاء من نوع خاص. فبمجرد وصول طائرة مثل «الكونكورد» (تحت) إلى سرعة الصوت، يضطرب الهواء أمامها. وهذا الهواء المضطرب يُحدِث موجات صوتية. فتُسْمَع فرقعات عالية على الأرض.

## الاهتزاز معاً:

معظم الصوت الذي يأتي من الكمان إنما يحدثه جسمها الخشبي. ويهتز الخشب متناسقاً مع اهتزازات الأوتار، وهذا يسمى «الرَّنين». والكوب الزجاجي يمكن أن يهتز إلى نغمة موسيقية معينة. وإذا تواصلت النغمة لبعض الوقت، فإن الكوب قد يهتز بعنف إلى درجة تحطمه.



## الصوت تحت الماء:

تنتقل الموجات الصوتية من خلال أي شيء. وهي تنتقل في الماء بسرعة تبلغ أربعة أمثال سرعتها في الهواء. ويمكن قياس عمق المحيط باستخدام الموجات الصوتية. فتُرسل سفينةٌ إشارة صوتية. ويهبط الصوت إلى القاع ويرتدّ عائداً إلى السفينة. وتقيس أجهزةٌ خاصة الوقتَ الذي استغرقه الصوت ليهبط ثم يعود، ومن ذلك يمكن حساب العمق.

## أصوات مريحة وأخرى مزعجة:

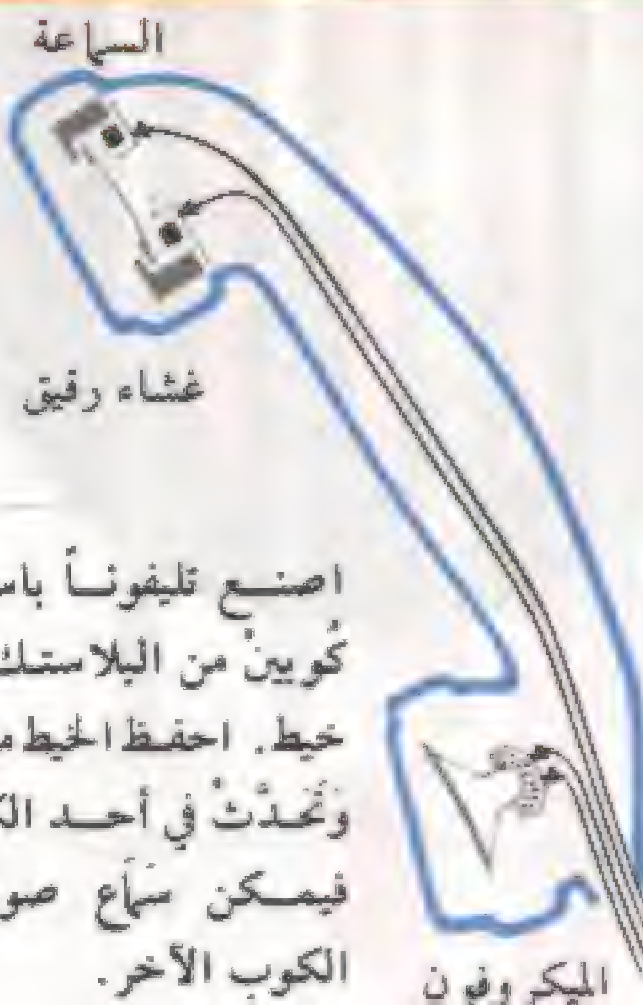
نحن جميعاً نعلم أن بعض الأصوات مريح وبعضٌ آخر مزعج. قارن صوت الكمان (الكمنجة) المريح مع صوت الزعيق المزعج. عندما تهتز أوتار كمان فإنها تحدث نمطاً منتظماً من الموجات الصوتية ذات تردد معين. ويتوقف التردد على مدى شدّ الوتر. فكلما زِيدَ شدّ الوتر، ازداد عُلُوّ التردد وعلوّ النغمة.

ولكن نصف الوتر يهتز أيضاً. وتهتز الأنصاف بسرعة أعلى من اهتزاز الوتر بأكمله. وهي تعطي نغمة موسيقية أعلى بكثير ولكنها ليست بعلوّ صوت الوتر بأكمله. كذلك فإن أجزاء الوتر الأخرى تهتز بترددات مختلفة. ونغماتها المختلفة، التي تعزف جميعاً في نفس الوقت، تسمى «النغمات التوافقية». وبإضافتها معاً، فإنها تعطي الصوت المريح الذي يصدر من الكمان.

والآلات الموسيقية الأخرى لها نغمات توافقية مختلفة. والنغمات التوافقية هي التي تساعدنا على معرفة الفرق بين مختلف الآلات

### التليفون (الهاتف):

عندما تتحدث في التليفون (الهاتف)، فإن صوتك يؤدي إلى اهتزاز الميكروفون. وتُحوَّل الاهتزازات إلى موجات كهربائية تسري خلال الأسلاك إلى سمّاعة الشخص الذي تتحدث معه. وهناك تؤدّي الموجات الكهربائية إلى اهتزاز غشاء مرن. واهتزازات الغشاء المرن تكون هي نفسها اهتزازات صوتك.




اصنع تليفوناً باستخدام كُوبينْ من البلاستك وقطعة خيط. احفظ الخيط مشدوداً وتَحدّثْ في أحد الكوبين، فيمكن سماع صوتك في الكوب الآخر.



# السخونة والبرودة

ما هي الحرارة؟ في أيام الصيف يمكن أن تؤدي الحرارة إلى تليين الأسفلت. ولكن هذا ليس قريباً من درجة حرارة غليان الماء. ودرجة حرارة الفولاذ المصهور (١٥٠٠°م) أعلى من ذلك بكثير. ولكن الأفران العالية (حيث ينتج الحديد) تعتبر أماكن باردة حقاً إذا قورنت بالشمس. فدرجات حرارة الشمس تتجاوز المليون درجة. وبعض النجوم أشد وأعنف حرارة. ولا يوجد حدّ لشدة الحرارة.

والبرودة تختلف عن ذلك. فعند درجة الصفر المئوية يتجمد الماء إلى ثلج. وأبرد مكان على الأرض تبلغ درجة حرارته -٨٨°م. ولكن الترمومتر يجب أن يهبط إلى -١٨٣°م قبل أن يبدأ الهواء في التجمد. ونصل إلى درجة الصفر المطلقة عند -٢٧٣°م. ولا يمكن لدرجة الحرارة أن تهبط أكثر من ذلك. فهنا يتجمد كل شيء تماماً، ولا يتحرك أي شيء على الإطلاق، بما في ذلك الذرات الدقيقة.

ومع ارتفاع درجات الحرارة، تبدأ الذرات في التحرك ثانية. وتتزايد حرارتها مع ازدياد سرعتها. وحيث أن الحرارة صورة من صُوَرِ الطاقة، فإن طاقتها تتزايد أيضاً. وكلما زادت الطاقة الحرارية، تزايدت سرعة حركة الذرات. وكلما زادت سرعة تحركها، تزايد ارتفاع درجة الحرارة.

إن أهم مصادر الحرارة، بخلاف الشمس، هي الخشب، والفحم، والوقود الغازي، والبترول، وهي جميعاً تولّد حرارة عند احتراقها.





## الحرارة من الاحتكاك:

تولّد حرارة عند دلك الأشياء بعضها ببعض. فإذا كانت ملساء جداً، لا يتولّد مقدار كبير من الحرارة. أما إذا كانت الأشياء خشنة، فإن مقدار الحرارة الناتج يكون أكبر، وقد يكون كافياً لبدء اشتعال النار. وهذه هي الكيفية التي يُشعَل بها عود الثقاب.

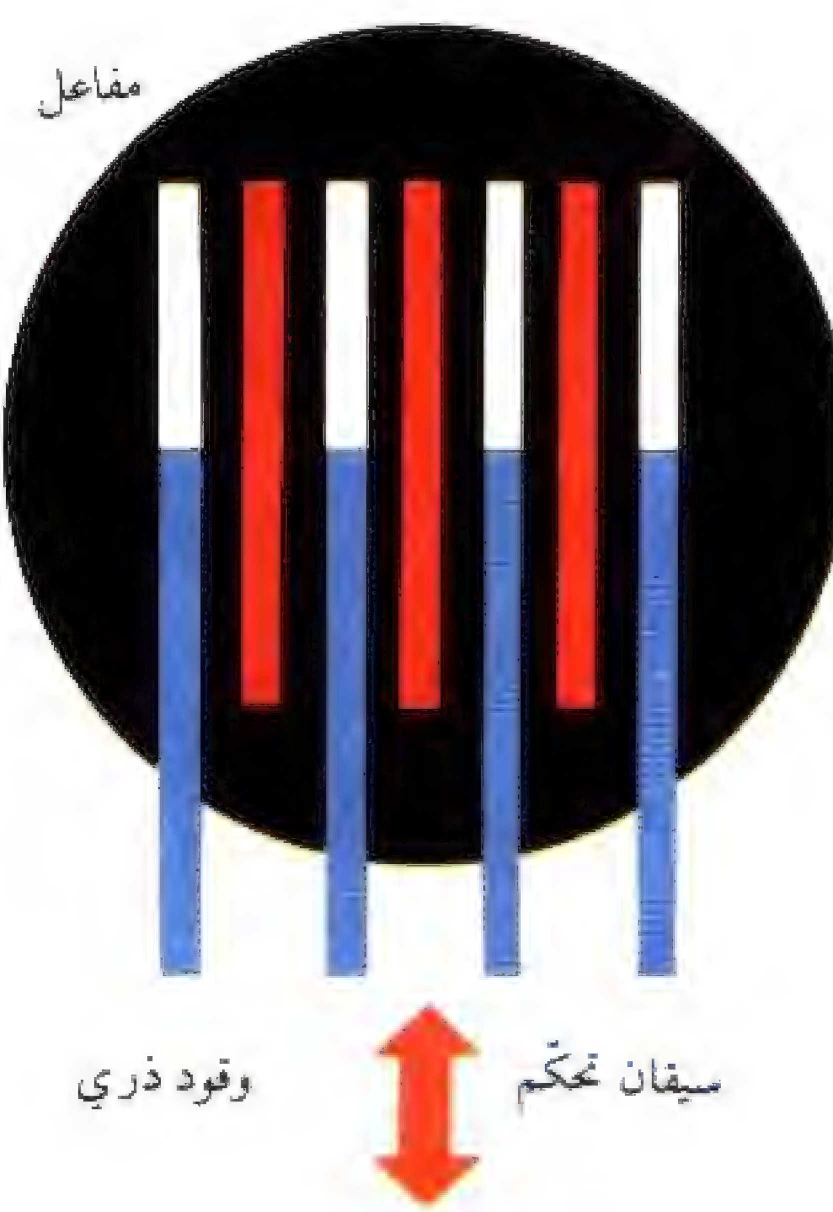


## الحرارة من الكهرباء:

عند سريان الكهرباء خلال معدن ما، «تُسْتَثار» ذرات المعدن، فتتحرك بسرعة أعلى باعثةً حرارة. وهذه هي الكيفية التي تعمل بها السخّانات والمحمصات (التوستر) الكهربائية.

## الحرارة من الذرة:

في محطات القدرة الذرية، تستعمل طاقة الذرة الدقيقة في توليد الكهرباء. إذْ يوضع وقود خاص ذو نشاط إشعاعي في قلب المفاعل. ويمكن التحكم بعناية في مقدار الحرارة الناتجة عن طريق دفع سيقان التحكم إلى الداخل أو إلى الخارج.

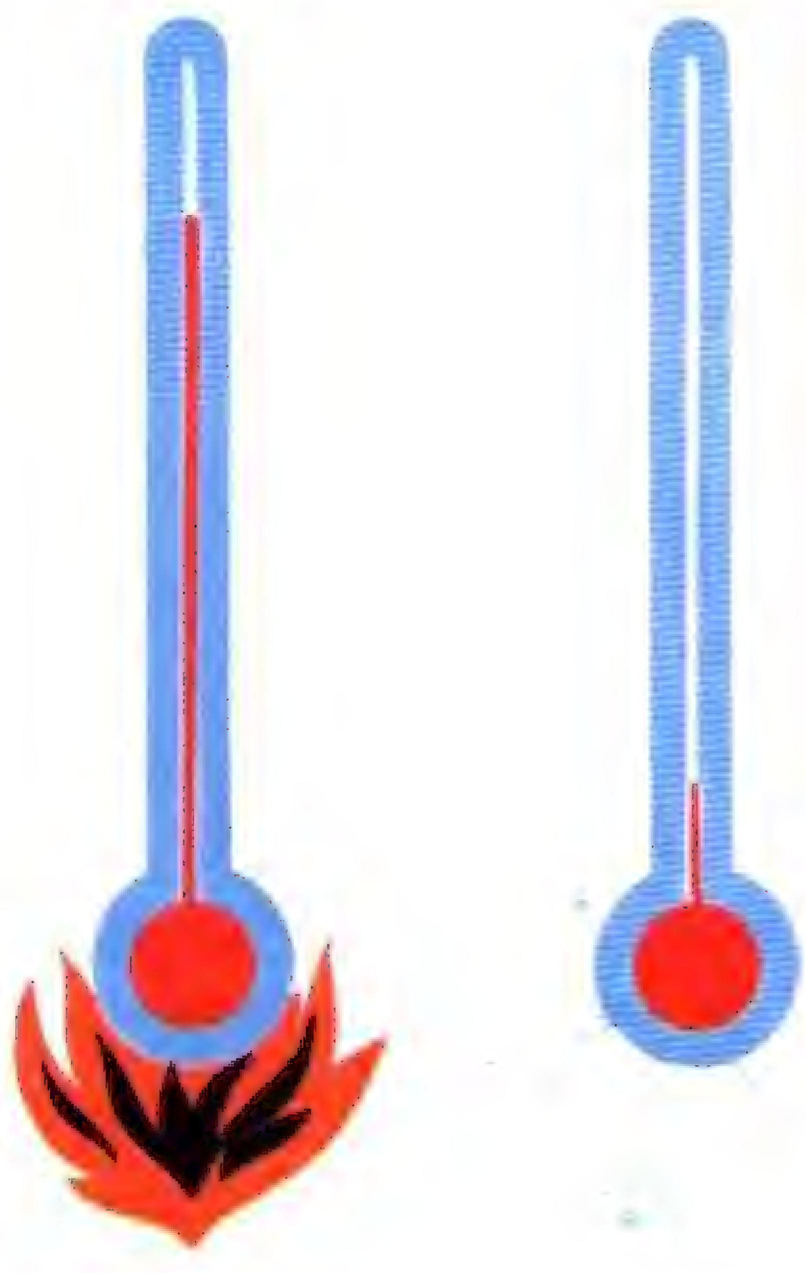


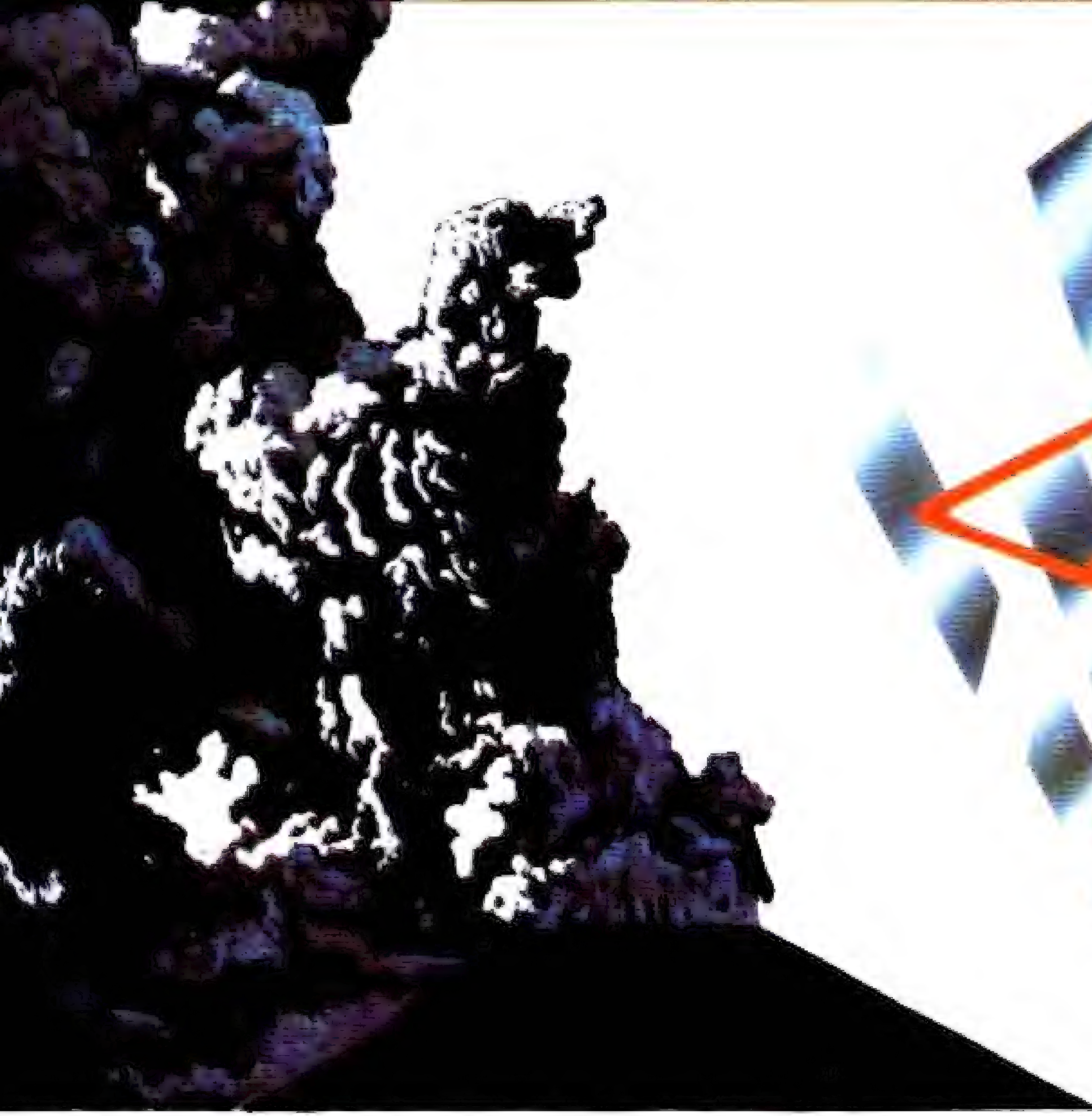


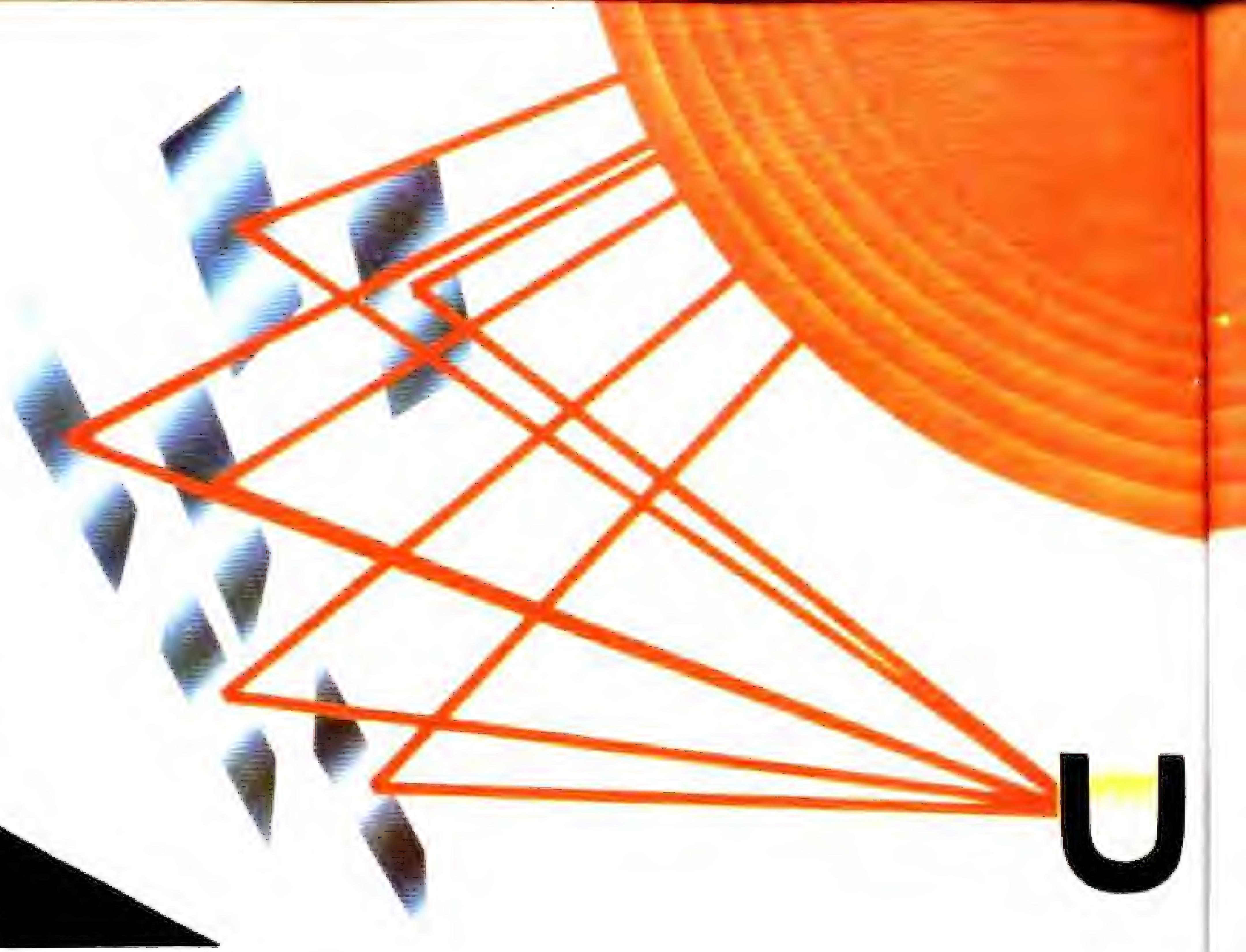

## قياس السخونة والبرودة:

نحن نقيس سخونة أو برودة الأشياء باستخدام ترمومتر. ويقيس الترمومتر السخونة أو البرودة بواسطة تدريج مُقسَّم إلى درجات وكلما زاد عدد الدرجات كان الشيء أكثر سخونة.

وتوجد «بُصَيْلَة» في طرف الترمومتر، وهي مملوءة بالزئبق أو الكحول. وعندما يَسْخُن الزئبق أو الكحول، فإنه يتمدَّد صاعداً في عمود ضيِّق. وعلامات التدريج الموجودة على العمود هي التي نقرأ منها عدد الدرجات.







## الطاقة من الشمس:

من السهل إشعال النار في قطعة من الورق في يوم مُشْمِس، وذلك باستخدام عدسة مكبرة. فهي تُركِّز بؤرياً أشعة الشمس، وسرعان ما يتصاعد دخان من الورقة. والأفران الشمسية، مثل المبين في أعلى، تُركِّز حرارة الشمس بالكيفية نفسها. وتوجِّه مرايا ضخمة ضوء الشمس إلى بقعة واحدة. ويمكن بلوغ درجات حرارة تصل إلى ٣٧٠٠°م، وهي حرارة كافية لصهر الفولاذ (الصلب).

## الحرارة تغير الأشياء:

يحدث تغيُّر لمعظم الأشياء عند تسخينها. وهي تصبح أكبر حجماً، أي إنها تتمدد. والوعاء المملوء إلى حافته بالماء سيفيض عندما يسخن الماء. وتصبح الأشياء أصغر حجماً عند تبريدها، أي أنها تتقلص (تنكمش).

والسخونة والبرودة تُغيِّران أيضاً شكل الأشياء. فإذا أخرجت كتلة من الثلج من الثلاجة فإنها ستنصهر عندما تَدْفأ. وتتحرك الذرات في داخل الثلج بسرعة أعلى عند تحوّله إلى ماء.

والآن إذا وضعت الماء المنصهر من الثلج في وعاء وقمت بتسخينه، فإن ذرات الماء تقفز حولها بسرعة كبيرة. ويغلي الماء متحولاً إلى بخار. وإذا استمر الماء في الغليان لمدة كافية فإنه سيختفي من الإناء على هيئة بخار. والبخار غاز.




تنصهر الأشياء جميعاً وتغلي عند درجات حرارة مختلفة. فالثلج ينصهر عند درجة الصفر المئوي. ويغلي الماء عند ١٠٠°م. وسخونة أو برودة الأشياء تسمى «درجة الحرارة».

## الاحتفاظ بالحرارة:

تسري الحرارة من شيء ساخن إلى شيء بارد. والعَزْل الحراري يُوقف هذا السريان. وقنينة «الترموس» المعزولة تحفظ الشاي ساخناً طوال اليوم. كذلك فإن المواد العازلة في جدران المنازل تحفظ الحرارة في الداخل. وبنفس الكيفية، فإن الدِّثار (الغلاف) العازل حول خزانات الماء الساخن يحفظها من أن تبرد بسرعة.



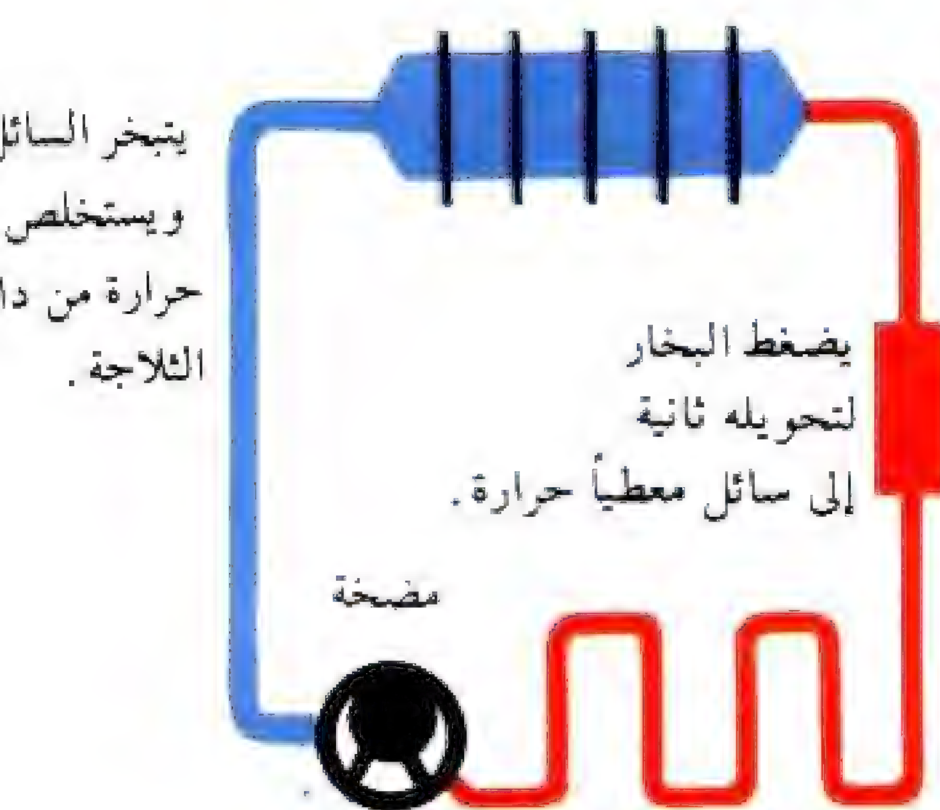

## الحرارة من الأرض:

إن مركز الكرة الأرضية ساخن إلى درجة الاحمرار. فتحت القشرة الرقيقة (نسبياً) للأرض، تكون الحرارة من الشِّدَّة بحيث تنصهر الصخور ذاتها. ولكن من الممكن «ترويض» هذا الفرن الأرضي. فينابيع وعيون المياه الساخنة يمكن توصيلها بشبكات أنابيب. ويستعمل بخارها في تشغيل التربينات التي تدير بدورها مولِّدات الكهرباء، ويستعمل بخار الماء كذلك في تدفئة المنازل.

## الحرارة تصنع البرودة:

يمكن لثلاجة أن تدفىء حجرة. وذلك لأنها باردة في داخلها فقط. ضَعْ يدك على الثلاجة من خلفها الخارجي، فستجد أنه دافىء.

تحتوي الثلاجة على سائل خاص يتحول أولاً إلى بخار، وهذا يجعلها تستخلص حرارة من داخل الثلاجة. ثم يُضغط البخار




فيتحول ثانية إلى سائل. ويُضخّ السائل خلال أنبوبة طويلة محنية (سربنتينة) توجد في ظهر الثلاجة. وهناك يعطي السائلُ الحرارة المأخوذة من داخل الثلاجة. وتتواصل دورة ضخّ السائل والغاز باستمرار. ومع استمرار الدورة، تصبح الثلاجة أكثر برودة في الداخل على حين يصبح الهواء الخارجي من حولها دافئاً.

# معرفة الوقت

قبل أن توجد ساعات اليد وساعات الحائط بزمن طويل كان الناس يعرفون تقريبياً أوقات النهار. فكانوا يَرْقُبون الشمس وهي تتحرك عبر السماء. فحينما كانت فوق الرأس دلّ ذلك على منتصف النهار. وكانوا يلاحظون الظلال التي تتحرك مع الشمس. وعلى ذلك فمن الممكن استخدام الظل في معرفة الوقت من النهار. وكانت هذه مِزْوَلة (ساعة شمسية) بسيطة. وفي الصفحة المقابلة مزولة (١) طورت بعد ذلك من تلك الفكرة البدائية.



في أزمنة ماضية، كان الناس يستعملون الشمس لمعرفة الوقت. فالعصا المغروزة في الأرض تُلقي ظلاً. ويتحرك الظل من حول العصا مع تنقل الشمس عبر السماء، وبذلك فإن الظل يدلّ على الوقت من النهار.

## معرفة الوقت بالماء والرمل:

كانت هنالك طرق مبكرة أخرى لمعرفة الوقت. وكانت الساعة المائية عبارة عن دَلْو به ثقوب في قاعه (٢). ومع تساقط قطرات الماء من الدلو، وإفراغه تدريجياً، كان الناس يعرفون الوقت من رؤية هبوط الماء إلى مناسيب خطوط دائرية في داخل الدلو.

ولعلك رأيت ساعة رملية (٣). وهذه كان الناس يستعملونها ولكن من أنواع أكبر. وكان الرمل يستغرق









## الساعات النابضة:

في كل الساعات النابضة (المزودة بنابض «زمبلك»)، يلزم شيء ما لجعل التروس والأقراص تدور ببطء وبانتظام. وفي ساعات اليد من هذا النوع لا يوجد بندول. وبدلاً من ذلك، يوجد ياي شَعْري. والياي الشعري يجعل قرص توازنه يدور في اتجاه ثم في الاتجاه الآخر، أي ذهاباً وإياباً. وفي أثناء تحرك قرص التوازن ذهاباً وإياباً فإنه يحرِّك هزّازاً مزوداً بخُطّافين. وهذان الخُطّافان يلاحقان أسنان قرص يسمى قرص الإفلات، ويمسكان بها على

وهذان الخطافان يجعلان سِناً من أسنان قرص الإفلات يدور مرة واحدة على التوالي بسرعة ثابتة ـ في نفس الاتجاه دائماً. وقرص الإفلات الذي يدير عقربي الساعة. وتبين الصورة (فوق) كيف يعطي الياي الرئيسي طاقة لتشغيل قرص الإفلات. والياي الرئيسي هو الذي «يملأ» الساعة.

## أشهر ساعة:

إن أشهر ساعة في العالم هي الساعة التي تُطل على مبنى البرلمان في لندن. وفي الأيام الحالكة للحرب العالمية الثانية، كان الناقوس الضخم «بِجْ بِنْ» يدوّي في الراديو ليعلن إلى الناس في جميع أنحاء العالم أن بريطانيا لا زالت حُرّة. ويزن ناقوس الساعات ١٣ ½ من الأطنان. وطول بندوله الهائل ٤ أمتار. والأجزاء الشغّالة في الساعة يبلغ طولها ٥ أمتار وعرضها متران.




ساعة واحدة بالضبط لكي يتسرب من الثقب الصغير الموصل بين نِصفي الزجاجة العلوي والسفلي. ثم كانت الزجاجة تُقْلب رأساً على عقب فيتسرب الرمل من أعلى إلى أسفل مرة أخرى، وهكذا.

كذلك كانت تستخدم الساعات الشمعية. فمع احتراق الشمعة، كانت الخطوط المحزوزة عليها تدلّ على مقدار الوقت الذي انقضى (٤).

## الساعات الميكانيكية:

صنعت الساعات الميكانيكية الأولى في أوائل القرن الرابع عشر، ولكنها لم تكن دقيقة. وفي القرن السادس عشر تم اختراع اليای الحلزوني. (قبل ذلك كانت الساعات تدار بواسطة أثقال). واكتشف الإيطالي الفذّ جاليليو خصائص البندول. فكلّ تأرجح للبندول يستغرق نفس الوقت. والوقت الذي يستغرقه كل تأرجح يتوقف على طول البندول. وعلى ذلك يمكن استعمال البندول لجعل الساعات أكثر دقة (٥).

## ضبط دقة الساعات:

كانت الساعات تحتاج إلى ما هو أكثر من مجرد اليايات والبندولات. إنها كانت تحتاج إلى شيء يجعلها تعمل ببطء وبانتظام. والجزء من الساعة الذي يؤدي ذلك يسمى «قرص الإفلات» (٦). ويمكنك أن ترى الكيفية التي يعمل بها في الصفحة المقابلة.

## الساعات الحديثة:

بعض الساعات الحديثة لا يحتوي على عقارب، وهي تسمى «ساعات رقمية». وتبين الوقتَ أرقامٌ تتغير كل ثانية (٧).

والعلماء الذين يحتاجون إلى تحديد الوقت بدقة بالغة يستعملون ساعات ذرية (٨). وبعض هذه الساعات يقدّم أو يؤخر ثانية واحدة في ٤٠٠٠٠ سنة.

والساعة (٩) كان يرتديها أول إنسان هبط على القمر.



يوجد الماء في كل ما يحيط بنا وفي داخل أجسامنا. ولولا الماء لما كانت هناك حياة على الأرض. ولا شك أنه أهم سائل في الوجود على الإطلاق. وهو يكوِّن نحو ثلاثة أرباع وزننا. ويحتاج الإنسان إلى لترين أو ثلاثة ليترات من الماء يومياً في غذائه وشرابه.

ويغطي الماء نحو ثلاثة أرباع سطح الكرة الأرضية. ومعظم الماء العذب على الأرض يوجد بهيئة متجمدة تماماً حول القطبين الشمالي والجنوبي. وفي هذه المناطق يبلغ سمك الجليد أحياناً ما يزيد على ٣ كيلومترات.



إن نحو ثلاثة أرباع وزننا من الماء. وإذا حُرمنا منه في طعامنا وشرابنا لمدة أسبوع فإننا نموت.



تحتوي البطيخة الناضجة على نحو ٩٧ في المائة ماءً.



تحتوي ثمرة الطماطم على ٩٥ في المائة ماءً.



تحتوي البيضة على ٧٤ في المائة ماءً.

## الماء المتجمد يطفو:

الماء سائل غريب حقاً. فهو أحد الأشياء القليلة جداً التي يزيد حجمها (تتمدد) عند تجمدها. وهذا هو السبب في أن جبال الجليد الضخمة تطفو على الماء. وجبال الجليد مياه عذبة متجمدة.



## قوة المياه:

ما الذي يحدث عندما نملأ قارورة بالماء ونثبِّت سِدادتها بإحكام ثم نضعها في «فريزر» الثلاجة؟ إن القارورة تنفجر، وذلك لأن حجم الماء قد زاد عند تحوله إلى ثلج. والماء مادة قوية جداً عند تجمده. وإذا تجمد داخل شقوق في الصخور فإنه يحطم الصخور تحطيماً.



يمكن استغلال قدرة مساقط المياه في إدارة التربينات المائية. وتدير التربينات مولِّدات الكهرباء.





## الماء يولد الطاقة:

ظل الناس آلافاً من السنين ينظرون إلى قدرة مساقط المياه دون استفادة منها. ثم فكّر شخص ما في العجلة المائية (الصورة المجاورة). وتؤدي المياه السريعة الجريان في النهر إلى تحريك المجاذيف، وبالتالي إلى تدوير العجلة. وكثيراً ما كانت العجلات المائية تستخدم في تدوير طواحين الحبوب.

ولكن العجلة المائية لم تكن تعطي قدرة كبيرة، فحلت محلّها التربينة المائية. وتُبنى حاليا سدود هائلة. وتوجّه المياه منها لكي تسقط خلال أنابيب ضخمة وتصدم رياش التربينة المائية. وهذه تدور بسرعة عالية جداً وتشغل مولداً لإنتاج الكهرباء.



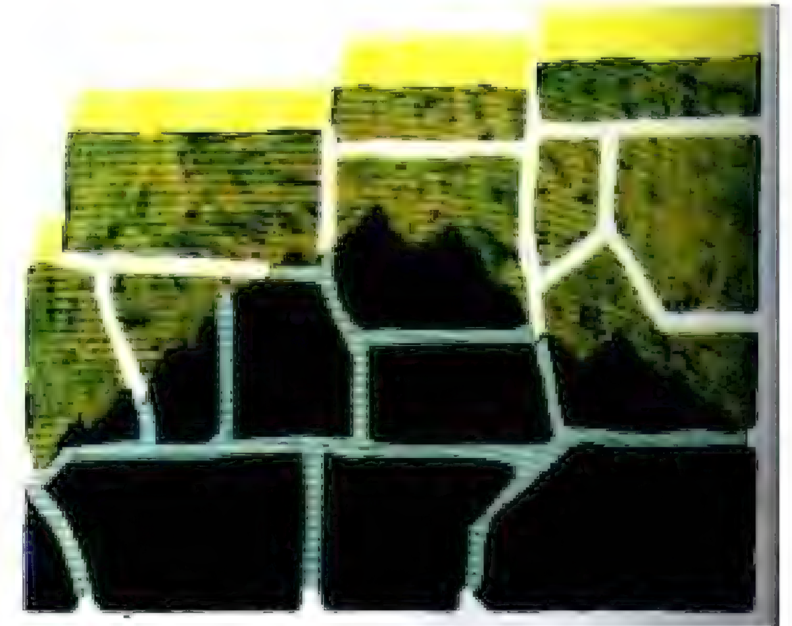

## قدرة بخار الماء:

يكون الماء كذلك قوياً جداً عند تسخينه وتحويله إلى غاز ـ بخار الماء. وعند تحوُّل الماء إلى بخار فإنه يتمدد إلى نحو ١٧٠٠ مرة من حجمه الأصلي. وتستعمل المحركاتُ البخارية طاقةَ البخار المتمدد لإدارة العجلات أو لِيَعْمَلَ شُغلاً آخر. ويبين الرسم التخطيطي (فوق) الكيفية التي يعمل بها محرك بخاري بسيط. ينزلق صمام ذهاباً وإياباً، فيسمح بدخول بخار الماء من أحد الطرفين، ثم من الطرف الآخر. وبذلك يؤدي البخار إلى دفع الكبَّاس في اتجاه ثم في الاتجاه الآخر. والكباس يدير العجلة.



هذه «بافنج بيلي»، وهي واحدة من أقدم الآلات الحرارية. ولقد صنعت في عام ١٨١٣، ولا يزال من الممكن مشاهدتها في متحف العلوم بلندن. ولقد كان اختراع المحرك البخاري هو بداية عصر الآلة الحديث، إذ تمكن الناس من الحصول على كل القدرة التي يريدونها من مجرد تسخين الماء.

يلتصق الماء بأي شيء تقريباً. وإذا غُمست أنبوبة زجاجية ضيقة في الماء، فإن الماء يرتفع مسافة ما في الأنبوبة. وهذا يسمى «الفِعْل الشَّعري». وهو يحدث بسبب التجاذب بين الماء وبين أي شيء يلامسه. ويمكن للمياه أن ترتفع ببطء خلال جدران المنازل لنفس السبب (تحت).



## حقائق عن الماء:

تحتوي المحيطات على نحو ٩٧ في المائة من كل مياه الكرة الأرضية. يوجد في الكيلومتر المكعب الواحد من مياه البحار ٢٨٠٠٠٠٠٠ طن من ملح الطعام. وتحتوي المحيطات جميعاً على مقدار من الملح يكفي لتغطية القارات بطبقة سمكها ١٥٠ متراً.

يسجل قنديل البحر رقماً قياسياً من حيث كمية الماء في داخله. فهذا المخلوق الهُلاميّ يحتوي على ٩٥ في المائة ماءً، أي إنه يقارب مياه البحار التي يعيش فيها.

ماء البحر أثقل من الماء العذب، بسبب الأملاح الذائبة فيه.

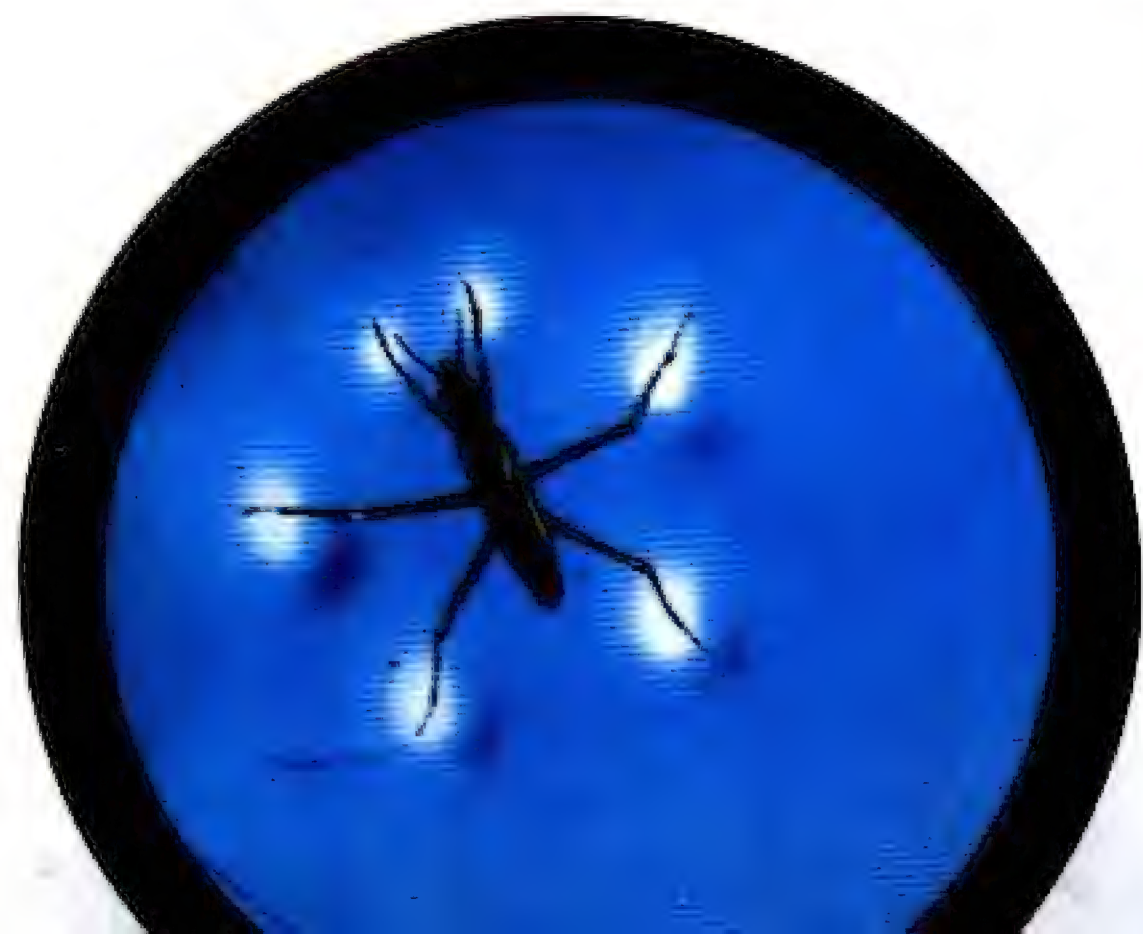
الرغيف العادي، حتى بعد خَبْزِه في فرن ساخن، يظل محتوياً على نحو ثُلثه ماءً.

## الغشاء المائي:

ضع إبرة جافة على قطعة من الورق النشاف، ودع الورقة تطفو بعناية على بعض الماء. عندما تغوص الورقة تظل الإبرة على سطح الماء. هذا يوضح أن للماء غشاءً ما على سطحه. وإذا اخترقت الإبرة غشاء الماء فإنها تغطس.

وبقَّة الماء (تحت) حشرة تمشي فعلاً على الماء. يمكنك أن ترى الآثار التي تصنعها سيقان الحشرة على الغشاء المائي.

يعيش أكثر من ٢٠٠٠٠ نوع من السمك في محيطات وأنهار الكرة الأرضية. وهي مثل الحيوانات البرِّية تحتاج إلى الأكسجين لتعيش. ولكنها تستمد أكسجينها من الماء وليس من الهواء كما نفعل نحن. يدخل الماء إلى فم السمكة ويمرّ فوق أوعية دموية دقيقة تسمى «الخياشيم». وينتقل الأكسجين الموجود في الماء إلى الدم. ثم يخرج الماء ثانية من خلال أغطية خياشيم السمكة. والسمك لا يعيش خارج الماء لأنه ليس له رئات يتنفس منها الهواء.



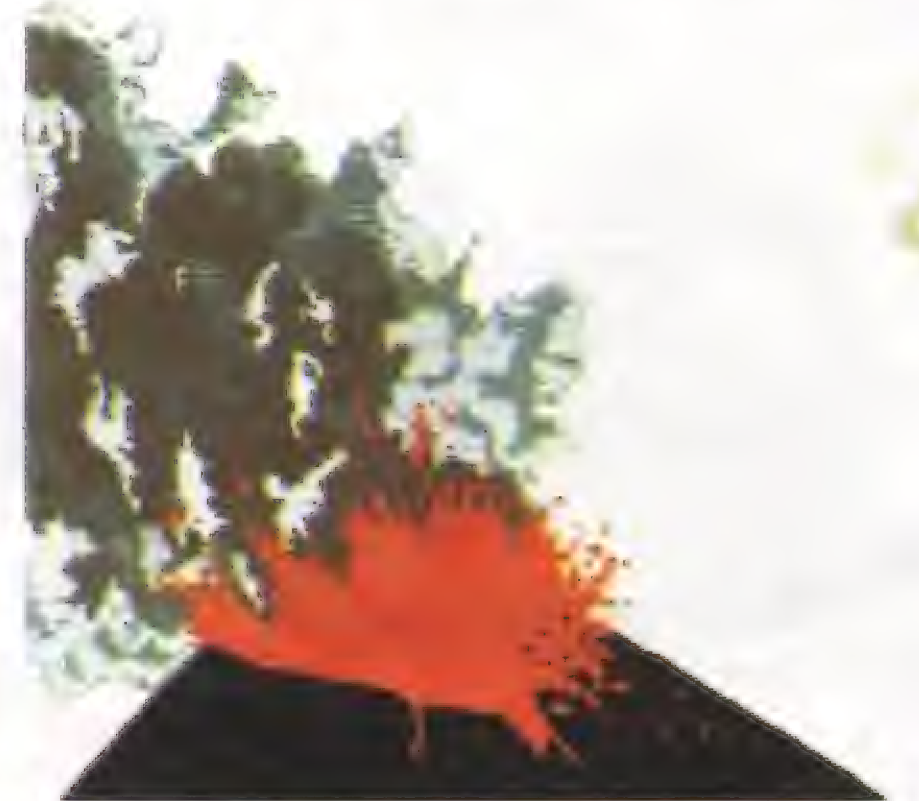


# جَميع أنواع الزّجاج

يوجد من حولنا كل أنواع الزجاج. فكِّر في الأشياء التي نصنعها منه ـ النوافذ، والقوارير (الزجاجات)، والمرايا، والمصابيح (اللمبات) الكهربائية، والأكواب، والنظّارات. كذلك يمكن أن يكون الزجاج جميلاً. فمن الممكن تلوينه وصنع النوافذ الزخرفية منه، كما يمكن قطعه وتشكيله لجعله يتألق مثل المجوهرات الثمينة.

ومع ذلك فإن الزجاج مادة بسيطة ورخيصة. فهو يصنع من الرمل النقي مخلوطاً مع الصودا والحجر الجيري. ويسخَّن الخليط حتى يصير سائلاً لزجاً غليظ القوام، ثم يمكن تشكيله إلى أي شكل نريد. وعندما يبرد فإنه يصبح مادة صلدة هي التي نسميها الزجاج.

ولقد صنع المصريون القدماء الزجاج لأول مرة من ٤٠٠٠ سنة مضت. وعرفوا كيف يصنعون منه الخَرَزَ الزجاجي وأدوات الزينة وأشكالاً زخرفية عديدة.



في بعض الأحيان يتدفق من البراكين صخر مصهور يتصلد إلى زجاج. ويوجد جبل بأكمله من الزجاج في حديقة «يلوستون» الوطنية، بولاية يومنج، في الولايات المتحدة الأمريكية. وعندما هبط رواد الفضاء لأول مرة على القمر، وجدوا أنهم كانوا يمشون على حبَّات دقيقة من الزجاج.



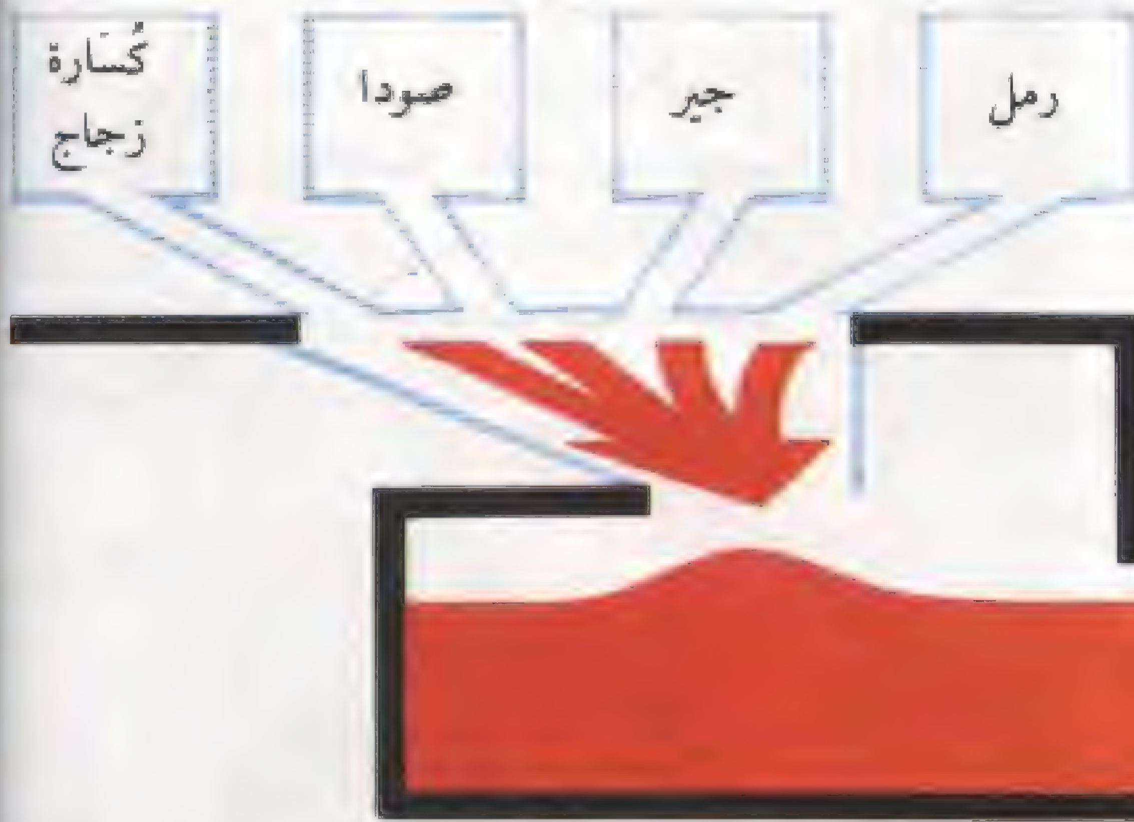
يمكن أن تشاهد في هذه الصور (فوق) بعض العُدد والأدوات التي يستعملها نافخ الزجاج. ففي الصورة العليا أنبوبة النفخ موضوعة على كرسي نافخ الزجاج. وهو يُدَحْرِج الأنبوبة على طول مِسْنَدَيْ الكرسي للحفاظ على شكل الزجاج المصهور. وتستعمل العدد الأخرى للقياس والتشكيل. ولقد اخترعت أنبوبة النفخ من نحو ٢٠٠٠ سنة، ويبلغ طولها مترين تقريباً.



هذه الكأس الإنجليزية صنعت في القرن الثامن عشر. والنمط الزخرفي على ساقها مُشكَّل بواسطة فُقَّاعات من الهواء منحبسة في الزجاج.

## كيف يصنع الزجاج:

تخلط معاً المقادير المضبوطة من الرمل والجير والصودا. وتضاف إلى الخليط بعض كُسارة الزجاج للإسراع بعملية الصهر. ويُسخن الخليط في فرن كبير.




## زجاج النوافذ القديمة:

حتى أوائل القرن التاسع عشر، كانت الألواح الزجاجية المسطحة للنوافذ تصنع بطريقة «كراون». وفيها تنفخ فقاعة كروية من الزجاج. ثم يُقطع الطرف ويلفف حتى يتشكل إلى لوح مسطَّح. وكان اللوح يقطع إلى مربعات صغيرة للنوافذ.







صنعت هذه الكأس الزجاجية الجميلة في مدينة البندقية التي كانت في القرن ١٣ أهم مدينة لصنع الزجاج في العالم.

## نفخ الزجاج:

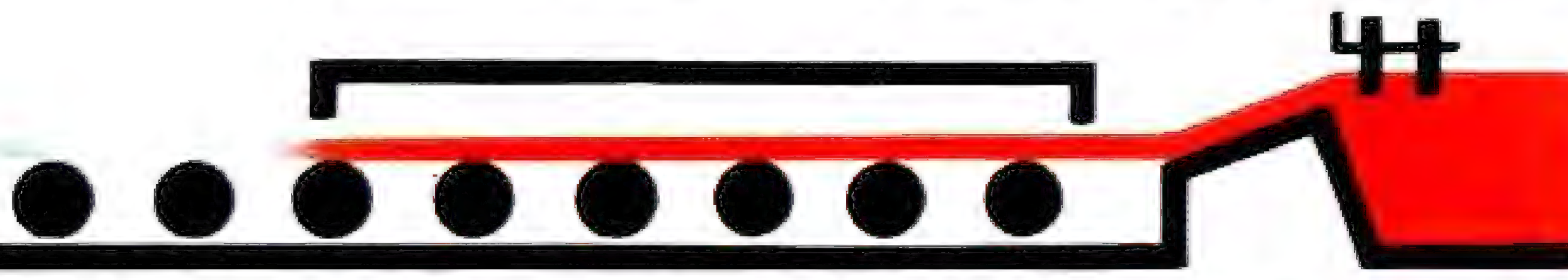
يلتقط نافخ الزجاج كتلة من الزجاج المصهور على طرف أنبوبة النفخ (١). ومع النفخ من خلال الأنبوبة، ينتفخ الزجاج (٢). ثم يلفف الأنبوبة ويشكل الزجاج بدحرجته (٣ و ٤). وتوصل ساق أخرى بالطرف الآخر للزجاج وتفصل أنبوبة النفخ. ثم يقطع الزجاج ويشكل.



ظل الناس لنحو ١٥٠٠ سنة يشكّلون الزجاج بالنفخ خلال الأنابيب. وهذه الصورة لنافخ زجاج في القرون الوسطى.

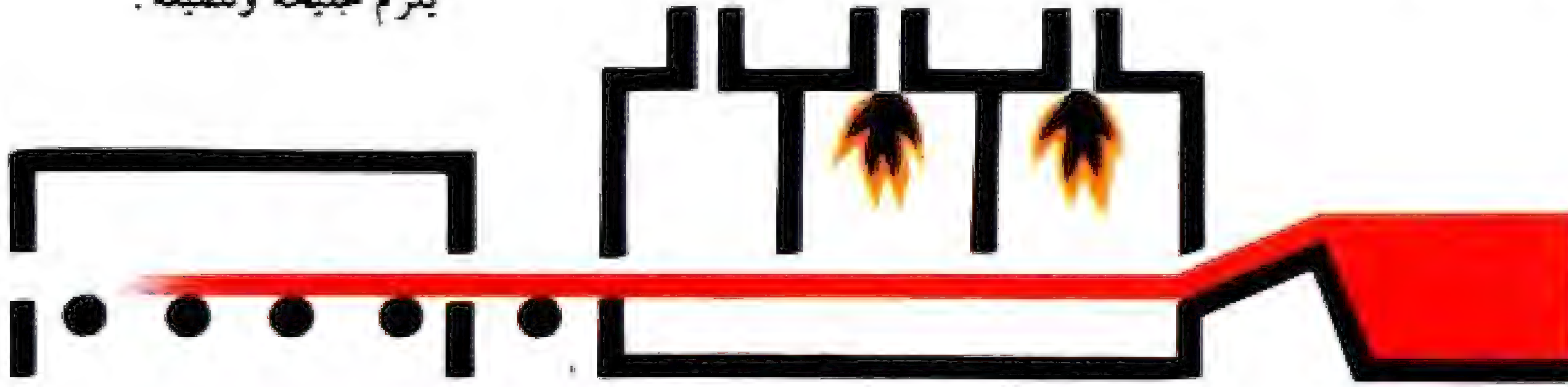
## زجاج النوافذ الحديثة:

يمرر الزجاج الساخن، وهو في حالة لدنة غليظة القوام، بين درافيل (أسطوانات). ويواصل إمرار اللوح الزجاجي المسطح على درافيل أخرى (تحت). ويبرد الزجاج ببطء. وعندما يتصلد فإنه يُجَلَّخ حتى يصير أملس ويُلَمَّع.



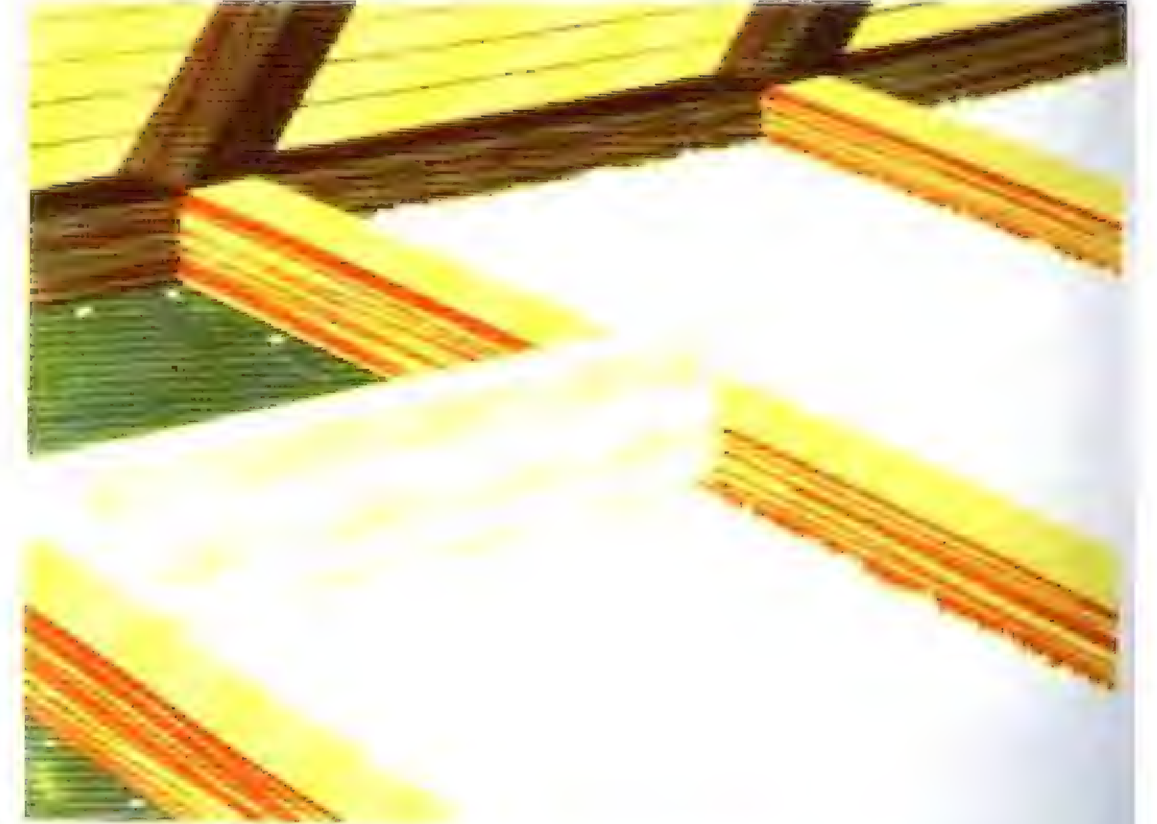
## الزجاج بطريقة التعويم:

يمكن أيضاً صُنع زجاج النوافذ بطريقة تسمى «طريقة التعويم». وفيها يطفو الزجاج المصهور والساخن إلى درجة الاحمرار على «حمام» من القصدير السائل (تحت). ومع تدفق الزجاج على طول الحمّام، فإنه يصير مسطحاً جداً وأملس. ولا يلزم تجليخه وتلميعه.



## العزل الحراري بواسطة الزجاج:

يمكن تشكيل الزجاج إلى خيوط رفيعة جدا، تسمى «الألياف الزجاجية». ويمكن كبس الألياف الزجاجية إلى لفائف سميكة. وهذه تستعمل في أسطح المنازل للحفاظ على الهواء الدافىء في الداخل (تحت).

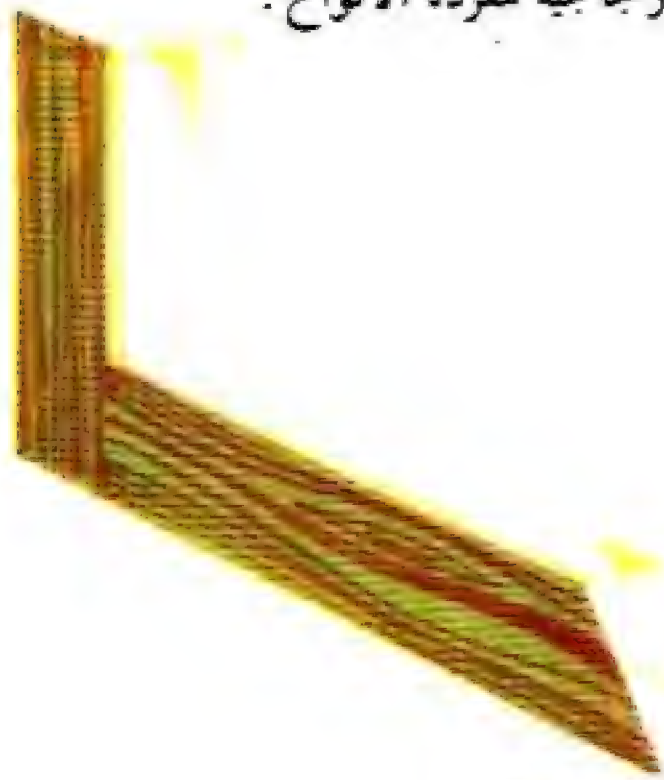


## حفظ الحرارة في الداخل والخارج:

يحفظ «الترموس» الأشياء ساخنة أو باردة. وتوجد في داخله قنينة زجاجية ذات جدارين. وتجهز هذه القنينة أصلاً بضخ الهواء وطرده تماماً من الحيز المحصور بين الجدارين. ونظراً لعدم وجود هواء، فإن الحرارة تجد صعوبة في عبور الحيز بين الجدارين الزجاجين.

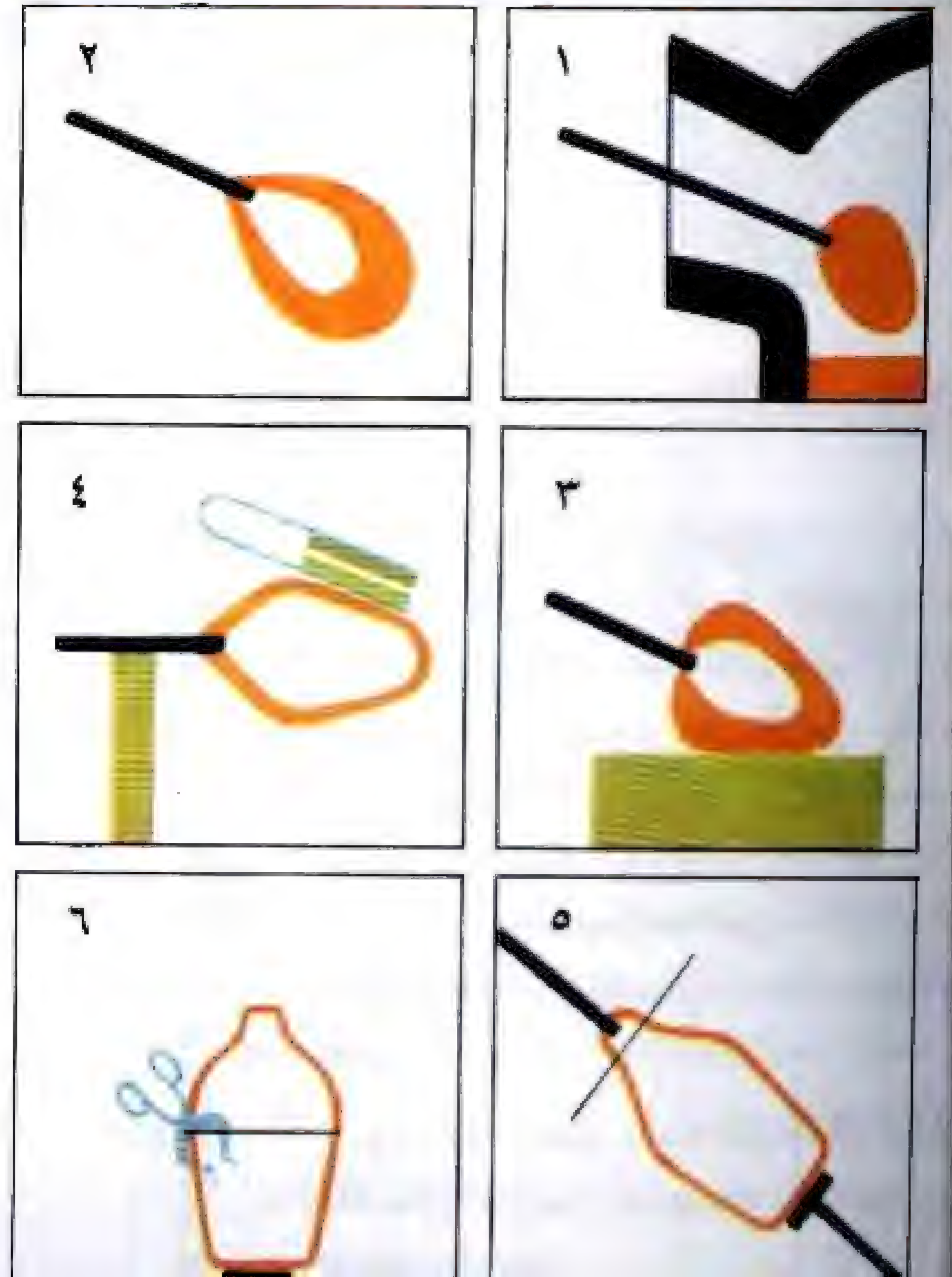
## النوافذ ذات الزجاج المزدوج:

تستعمل تركيبات النوافذ ثنائية الزجاج للحفاظ على دفء المنازل. وفي هذه النوافذ، ينحصر الهواء بين طبقتين من ألواح الزجاج. ونظراً لعدم اضطراب الهواء بين الطبقتين، فإنه يعوق عبور الحرارة بين اللوحين الزجاجيين. وعلى ذلك، يفقد المنزلُ حرارةً أقل مما لو استعملت فيه نوافذ زجاجية مفردة الألواح.



## الزجاج المزخرف:

لصنع نافذة من الزجاج المزخرف، تُعَشَّق قطعُ صغيرة من الزجاج بعضها مع بعض. ثم يطلي الفنانُ الزجاج بدهانات ملوَّنة من المينا. ثم يُوقد على الزجاج في فرن فتصبح المينا جزءاً من الزجاج. وتثبّت القطع الزجاجية معاً بواسطة شرائط من الرصاص.






## صنع مصابيح الاضاءة:

كانت مصابيح الإضاءة المبكرة، مثل تلك التي اخترعها أديسون (تحت)، تصنع بنفخ الزجاج بواسطة أنابيب النفخ. وفي الوقت الحاضر، يمكن لآلة واحدة أن تصنع ٢٠٠٠ مصباح (لمبة) في الدقيقة. ويستخدم هواء مضغوط لدفع الزجاج إلى ملء التجويف الداخلي لقوالب التشكيل. ثم تُفصل القوالب، تاركة مجموعة من مصابيح الإضاءة.





# الطّاقة مِن السوائل

هل تعرف أن البنزين المستعمل في السيارات، والسولار المستعمل في اللواري والسفن، والكيروسين المستعمل في الطائرات النفاثة، تأتي كلها من نفس المادة؟ إنها تستخرج من البترول الداكن اللون، غليظ القوام، الذي يوجد تحت سطح الأرض في بعض المناطق. ومنه يستخرج أيضاً زيت التدفئة والزيوت الثقيلة لتزييت الآلات.

ولكن هذه ليست هي الاستعمالات الوحيدة للبترول. فالكيميائيون يحوّلونه إلى آلاف من الأشياء النافعة الأخرى. فهم يحوّلونه إلى لدائن (بلاستك) ومُطَهِّرات، وألياف صناعية، ومتفجرات، وغيرها كثير. فلا غرابة أن ينفق الناس كثيراً من المال والوقت والجهد في اكتشاف آبار بترول جديدة وفي استخراج البترول القيِّم من باطن الأرض.

## ما هو البترول؟

إن البترول الذي نستعمله اليوم قد تكوَّن من ملايين السنين. فالنباتات والحيوانات التي عاشت في البحار الضَّحلة، كانت تموت وتغوص إلى القاع. ومع مرور الوقت، فإن بقاياها كانت تُغطى بطبقات من الطين والرمل تتحول بعد ذلك إلى صخر. وكانت الحرارة والضغط يحولان بقايا النبات والحيوان إلى بترول. (بعض البقايا كان يتحول إلى غاز طبيعي، وهو يوجد غالباً تحت الأرض بجانب البترول. ويستعمل الغاز الطبيعي في المنازل وفي صناعة الأسمدة وغيرها).

## العثور على البترول:

ليس من السهل العثور على البترول. ولكن خبراء البترول يعرفون نوع الصخور التي يُرَجَّح أن يجدوه فيها. فهم يلتقطون صوراً من الطائرات، ويحفرون الثقوب، ويفجّرون المتفجرات (انظر الصفحة المقابلة).

وعندما يعتقد خبراء البترول أنهم قد وجدوا البترول في منطقةٍ ما، فإنهم يبدأون الحفر فيها. فإذا كان موجوداً في منطقة أرضية، تقام أبراج عالية من الفولاذ أما إذا كان البترول موجوداً تحت البحر، فيمكن قطر منصة حفر ضخمة إلى الموقع. وتحتاج المنصة أيضاً إلى برج عالٍ لرفع وخفض أنابيب الحفر المستعملة.

## عملية الحفر:

يدار مِثْقب (دَقّاق) في طرف أنبوبة طويلة لكي يحفر في الأرض. والدَّقاق مصنوع من الفولاذ الصلد. وهو مزود بعجلات (تروس) لها أسنان حادَّة. وهذه العجلات تدور عندما تدار الأنبوبة وتشقّ طريقها في الصخر. وعندما تهبط إحدى الأنابيب إلى أقصى عمق ممكن، توصل بطرفها الخارجي أنبوبة أخرى. ثم ثالثة فرابعة، وهكذا، إلى أن يوجد ما قد يصل إلى ثلاثة أو أربعة كيلومترات من الأنابيب في أعماق الأرض.

تستعمل أبراج هائلة، كالمبينة في الصورة، للحفر في قاع البحر الشمالي. وغالباً ما يكون العمل على هذه الجُزُر الصناعية بالغ الصعوبة، وفي بعض الأحيان خطراً تماماً. وقد تُوقف العواصف عملية الحفر لعدة أيام متتالية.

تتكون أنبوبة المثقاب (الصورة المجاورة) قطاعات يزيد طولها على ٩ أمتار. و… القطاعات تربط لوالبها (قلاووظاتها) معاً … استمرار الحفر بالمثقب في باطن الأرض. ولق… أعمق حفر بحثاً عن البترول في ولاية تكسا… بالولايات المتحدة، عام ١٩٥٩. فلقد حفر ر… البترول إلى عمق يزيد على ٧½ كيلومتر… داخل الأرض، ولكنهم لم يعثروا على… بترول.

وإذا كان الصخر بالغ الصلادة، فإن أسـ… المثقب (الدقاق) تزوَّد بماسات دقيقة لتحـ… مقدرتها على الحفر.

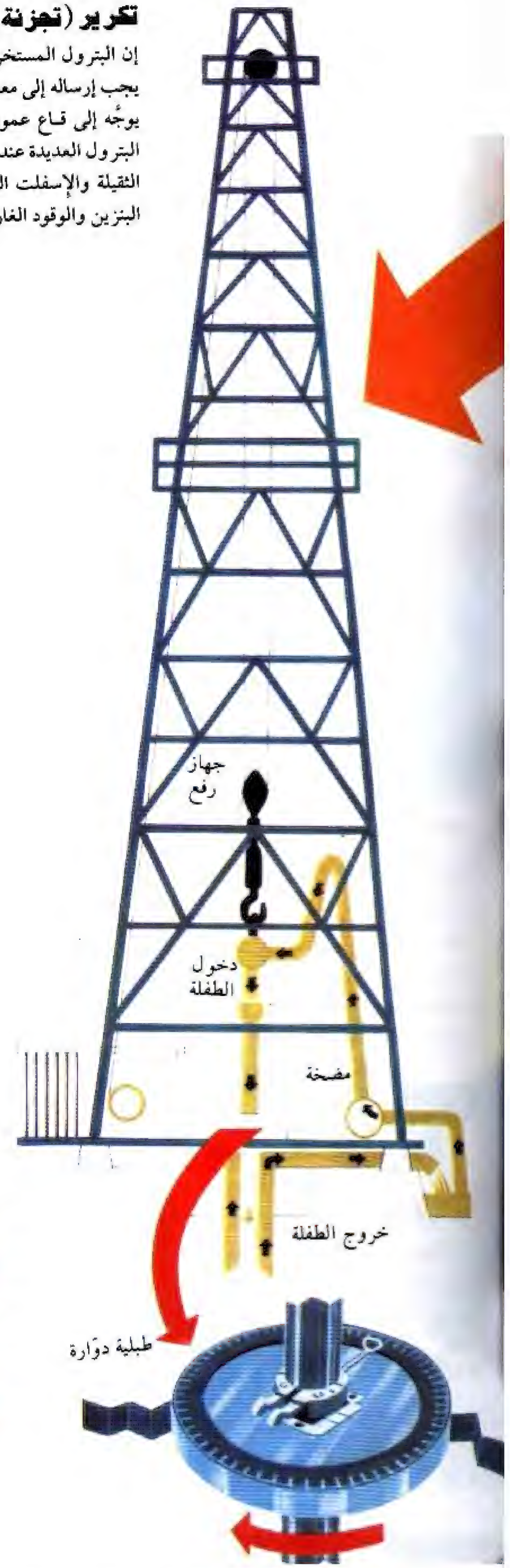
وتتزايد كميات البترول المستخرجة من قيـ… البحار الضحلة القريبة من سواحل القارات…







مِثْقب (دَقَّاق) الحفر هو الجزء الذي يتغلغل في الصخور. ومع دوران الأنبوبة بأكملها، فإن أسنان المثقب الفولاذية الصلدة تدور كذلك.




توضح الصورة العليا الكيفية التي يعمل بها برج الحفر. وتقوم الأجهزة الرافعة بخفض ورفع القطاعات الجديدة من الأنابيب. وتدار الصينية (الطبلية) الدوّارة بواسطة محرك. وهي تمسك بالأنبوبة وتديرها.

ويمكنك أن ترى أيضاً كيف تُضَخ الطُفلة (الطين الرّخو) إلى أسفل من خلال الأنبوبة. ثم تصعد الطفلة من خارج الأنبوبة حاملة معها قطعاً من الصخر. ثم تنظف الطفلة من الصخر ويعاد ضخها إلى أسفل مرة أخرى.

## تكرير (تجزئة) البترول:

إن البترول المستخرج من الأرض يكون قليل الفائدة بحالته هذه. لذلك يجب إرساله إلى معمل لتكرير البترول، وهناك يُعرَّض لعملية غليان، ثم يوجَّه إلى قاع عمود طويل يسمى «برج التجزئة». وتجمع مُركَّبات البترول العديدة عند مستويات مختلفة من البرج. فتؤخذ من قاعه الزيوت الثقيلة والإسفلت المستعمل في رصف الطرق. يؤخذ من قمة البرج البنزين والوقود الغازي (الغازات البترولية الخفيفة)، وهكذا.



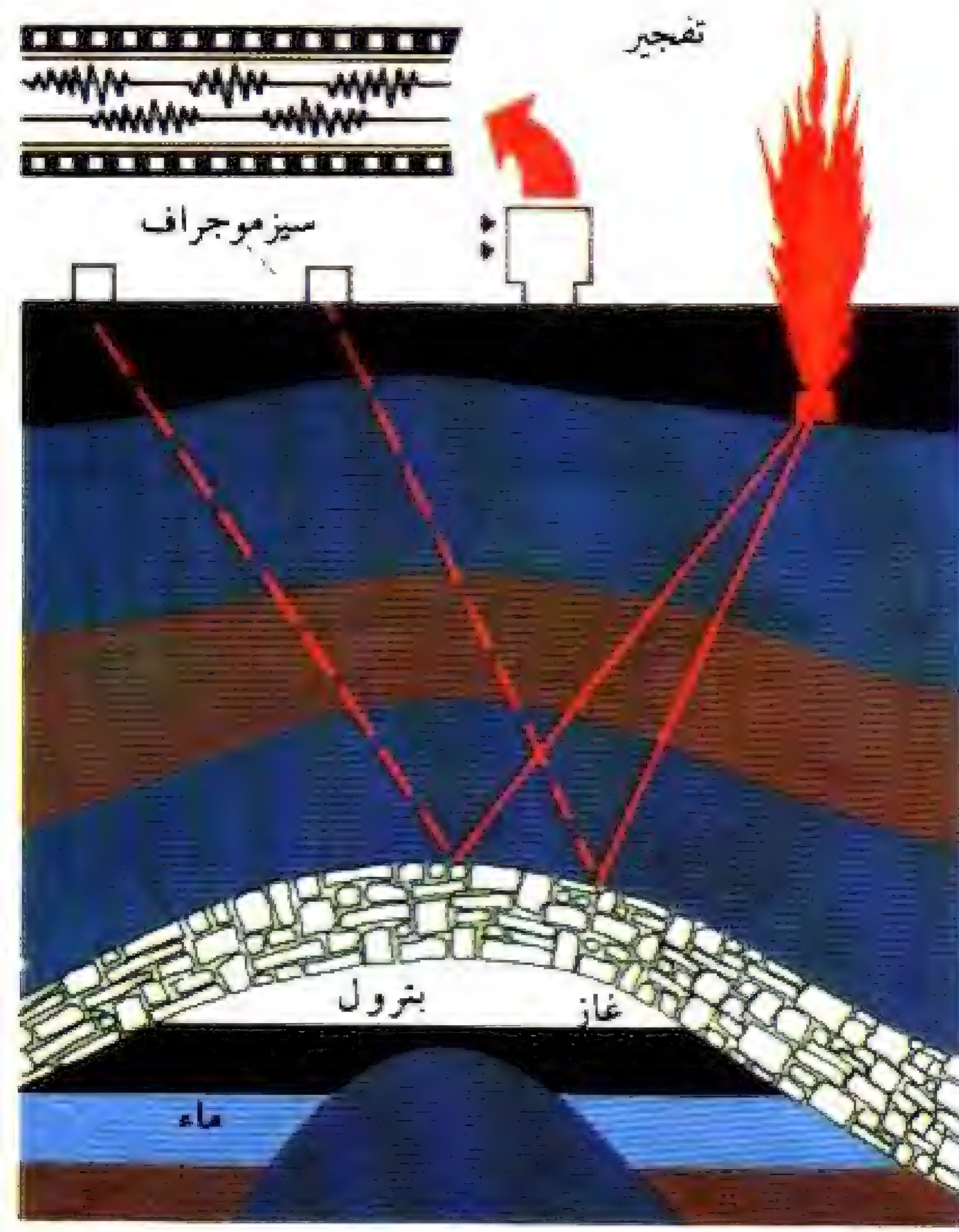

## البحث عن البترول:

عندما يبحث الخبراء عن البترول، فإنهم يستعملون غالباً أجهزة حساسة تسمى «السيزموجراف». وهذه الأجهزة تثبت بترتيب معين على أبعاد مختلفة من مكان الانفجار في المنطقة التي يجري فيها البحث. ويقوم الخبراء بتفجير شحنات من المواد المتفجرة، فيولد الانفجار موجاتٍ من الاهتزازات في القشرة الأرضية.

وتختلف سرعة موجات الاهتزازات باختلاف أنواع الصخور، فهي تنتقل خلال التكوينات الصلدة الكثيفة بسرعة تفوق سرعة انتقالها خلال التكوينات الهشة والخفيفة. وتنعكس الموجات إلى السيزموجراف، وبقياس طبيعة الموجات المرتدة وفحصها يمكن معرفة الكثير عن أنواع الصخور التي اجتازتها وتقدير أعماقها.

## مكامن (مصائد) البترول:

يوجد البترول في باطن الأرض على شكل قطرات دقيقة بين حبيبات الرمل والحجر الرملي وفي شقوق الحجر الجيري. وتحتجز البترول وتمنع تحركه خلال الطبقة الحاملة له «مكامنْ» أو «مصائد» مناسبة. وهذه المصائد هي المصدر الرئيسي للبترول والغاز الطبيعي في العالم.






لنقل البترول من أبراج الحفر إلى معمل التكرير أو إلى الموانىء فإنه يُضَخُّ من خلال أنابيب ضخمة. وعندما يلزم نقله إلى مسافة بعيدة، فإنه يضخ في ناقلات البترول. وهذه الناقلات سفن طويلة جداً، وتوجد عادة محركاتها وغرف قيادتها وكبائنها في المؤخرة. ولقد صنعت ناقلات بترول «عملاقة» تصل حمولتها إلى نصف مليون طن تقريباً. وأضخم ناقلة بترول في العالم هي الناقلة العملاقة «سي وايز»، وهي ليبيرية الجنسية وتبلغ حمولتها ٥٦٤٧٣٩ طن.

# الفلزات في خِدمتِنا

سيكون العالم مكاناً غريباً جداً إذا لم تكن توجد فيه الفلزات (المعادن). تصور كيف يكون عليه الحال بدون حديد وفولاذ لصنع السيارات والطائرات والأدوات والآلات من جميع الأنواع، وبدون ذهب أو فضة أو رصاص أو ألومنيوم أو فلزات مفيدة كثيرة أخرى.

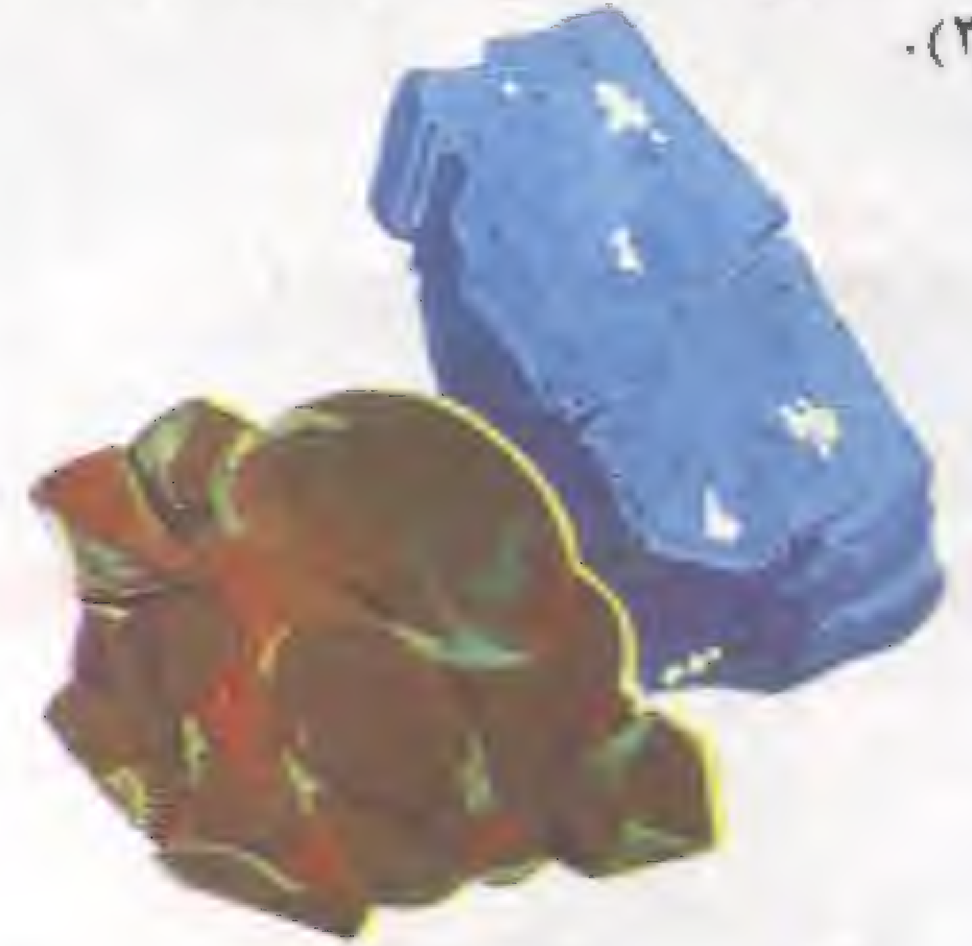
## الاستعمالات الأولى للفلزات:

استعمل الناس الفلزات لأول مرة من عدة آلاف من السنين. ولقد وجد الإنسان المبكر قطعاً من الذهب والفضة في قيعان الأنهار فشكلها إلى حُليّ وأدوات للزينة. ثم تعلّم كيف يصهر الصخور في النيران ويحصل منها على الحديد. وتمكن من أن يصنع من هذا الفلز عُدداً وأدوات ذوات حوافٍ حادّة قاطعة.

وتوجد في الأرض فلزات قليلة جداً بحالتها النقية التي نعرفها الآن. فالذهب (تحت، إلى اليمين) يوجد بحالته الحرة أو مدفوناً في صخور أخرى، ولكن الحديد يجب صهره واستخلاصه من أنواع معينة من الصخور (تحت، إلى اليسار)، وهي تسمى خامات الحديد.

## الفلزات الجميلة:

قام الناس في جميع أنحاء العالم، وعلى مدى قرون عديدة، بتشكيل الفلزات (المعادن) إلى أشياء جميلة. ولقد كان الذهب دائماً فلزاً مفضّلاً للونه الأصفر اللامع. ومن السهل تطريقه إلى أشكال مثل القِناع الإغريقي القديم في الصورة (١). والذهب لا يتآكل أو يصدأ مثل بعض الفلزات الأخرى. والقناع الذهبي الرائع لتوت عنخ آمون، الفرعون المصري القديم، يبلغ عمره ما يزيد على ٣٠٠٠ سنة (٢).



لعل النحاس كان أول فلز وجده الإنسان القديم وقام بتشكيله. ولكن النحاس في حد ذاته طريٌ جداً، فبدأ الناس في خلط بعض القصدير مع النحاس، وحصلوا على البرونز وهو سبيكة أصلد بكثير من النحاس. وتمثال بوذا (٣) مصنوع من البرونز المُذَهَّب.

ولقد كانت الأسلحة والدروع دائماً من الاستعمالات الهامة للفلزات - وبخاصة الحديد. ودِرْع الصَّدْر المزخرف زخرفة جميلة (٤) صُنع في القرن ١٦. وصنعت السيوف (٥) في اليابان.

### حقائق عن الفلزات:

عدد العناصر ١٠٦ عناصر، منها ٨١ فلزاً.

الفلزات جيدة التوصيل للحرارة والكهرباء - وخاصة الفضة والنحاس.

يمكن قطع فلز الصوديوم بالسهولة التي نقطع بها الصابون.

يمكن تطريق معظم الفلزات إلى ألواح رقيقة، لذلك توصف بأنها «طَرُوقة». كذلك يمكن سحبها إلى أسلاك، وتوصف بأنها «مَطِيلة».

يمكن تطريق الذهب إلى أوراق رقيقة جداً (رقائق) بحيث يمكنك أن ترى من خلالها.

يُشَكِّل الألومنيوم ثمانية في المائة من قشرة الكرة الأرضية.

معظم الفلزات فِضّي اللون، ولكن القليل منها، مثل الذهب والنحاس، له لون خاص مميز.

## إنتاج الفولاذ (الصلب):

الفولاذ هو أهم فلز (معدن) في العالم. فهو متين ويمكن تشكيله بطرق مختلفة للحصول على منتجات لا حصر لها. والفلز في الواقع خليط (سبيكة) من الحديد والكربون. والصورة المجاورة لبوتقة ضخمة تحتوي على فولاذ ساخن إلى درجة الاحمرار.

## إنتاج الحديد:

لإنتاج الحديد، فإن الخام المستخرج من الأرض يصهر في «الفرن العالي»، وهو فرن ضخم مبطن بطوب حراري (مقاوم للحرارة). ويضاف إلى الخام فحم الكوك والحجر الجيري. ويُنفخ هواء ساخن في الفرن العالي لجعل الكوك يشتعل ويتوهج مولِّداً حرارة هائلة. ويساعد الحجر الجيري على إزالة الشوائب التي يحتويها الخام. وهذه الشوائب تتسرب وتهبط قريباً من قاع الفرن (انظر الصورة السفلى)، مكوِّنة ما يسمى «الخَبَث» (الجَلَخ). ويستخرج الحديد المصهور من عند قاع الفرن مباشرة.






## وصل الفلزات معاً:

توجد طريقتان رئيسيتان لوصل المعادن معاً، هما «اللِّحام» و «البَرْشَمَة». وفي البرشمة (تحت، يمين)، يُدْخَلُ مسمار معدني في ثقب نافذ في الجزأين المراد وصلهما معاً. ويُدَقّ على الطرف الآخر لمسمار البرشام حتى يُمسك بالقطعتين معاً. وغالباً يُسَخَّن المسمار، قبل برشمته، إلى درجة الاحمرار. وفي اللحام (تحت، يسار)، تُسَخَّنُ القطعتان حتى ينصهرا معاً لتكوين وصلة متينة.



## سمكرة الفلزات معاً:

لحام السمكرة طريقة أخرى لوصل الفلزات (تحت). تُصهر سبيكة، وهي غالباً خليط من الرصاص والقصدير، بين القطعتين المراد وصلهما. وعندما تبرد سبيكة السمكرة فإنها تصنع وصلة عند طرفي القطعتين. وتوضع عجينة تسمى «مساعد الصهر» بين الحافتين للمساعدة على عملية الصهر وللحصول على وصلة أفضل.



## قطع الفلزات:

يمكن قطع الفلزات (المعادن) باستخدام مِشْعل (بُوري) أُكْسِي أستيلين (خليط من غازي الأكسجين والأستيلين). وهذا المشعل يعطي لهباً ساخناً جداً عند احتراق خليط الغازين.



### بعض السبائك الشائعة:

النحاس الأصفر خليط من النحاس والزنك. والبرونز خليط من النحاس والقصدير. والفولاذ الذي لا يصدأ «ستينلس ستيل» سبيكة من الحديد والكربون والكروم والنيكل. ويتنتج هذا الفولاذ من أنواع عديدة تتفاوت فيها نسبة الكروم والنيكل، ومن أشهرها النوع المسمى «١٨ - ٨» (١٨٪ كروم، ٨٪ نيكل).

## فلزات غير عادية:

ليست كل الفلزات جامدة. فالزئبق (تحت، يمين) سائل فضي اللون، ويستعمل في الترمومترات والبارومترات. وبعض الفلزات خفيف إلى درجة أنه يطفو على الماء.



## تشكيل الفلزات:

توجد طرق عديدة لتشكيل الفلزات (المعادن). ومن طرق التشكيل البسيطة «السباكة» (١). يُصبُّ الفلز المصهور في قالب تشكيل، ويتصلَّد الفلز مُتخذاً شكل القالب. ويستعمل «الكبس» (٢) لتشكيل الألواح الفلاذية، حث يقوم مكبس ثقيل بدفع اللوح لتشكيله بالشكل المطلوب. ولقد استعملت «الحدادة» (٣) منذ وقت بعيد، وفيها يُشكَّل المعدن المُسخَّن إلى درجة الاحمرار على سندان. وفي «الدرفلة» (٤) يُعصر المعدن الساخن بين «درفيلين» حتى يتحول إلى لوح رقيق. وفي «السَّحب» (٥) تنتج الأسياخ والأسلاك بسحب الفلز من خلال ثقوب صغيرة.















# أشكال البلورات

نحن جميعاً نعرف أشكال البلورات. وهي تتميز بأن لها أركاناً حادة وجوانب مسطحة - مثل القِطع الماسية. وقد تكون البلورات بجميع الأحجام. فالبعض منها من الصِّغَر بحيث لا يمكن رؤيته إلا تحت الميكروسكوب. وبعض آخر ضخم الحجم. ولقد وُجِدت بلورات من الكوارتز في حجم الإنسان.

## في داخل البلورات:

كل شيء على الأرض مكوَّن من ذرات دقيقة، أو من مجموعات متحدة من الذرات تسمى الجزيئات. وإذا ترتبت الجزيئات في شيء ما وفقاً لنمط ثابت، أي أنها تكررت باستمرار، فإن هذا الشيء يكون بلورة. ويتوقف شكل البلورة على طبيعة النمط الذي تتخذه الجزيئات في داخلها.

## كتل من المكعبات الدقيقة:

ملح الطعام يسمى كيميائياً كلوريد الصوديوم. وهو مكوَّن من نوعين مختلفين من الذرات - ذرات الصوديوم وذرات الكلور. وهذه الذرات الدقيقة مرتبة في أنماط مكعبة، كما في الصورة السفلى، وتتصل معاً آلاف وآلاف من هذه المكعبات الضئيلة لتكوين حُبَيْبَة واحدة من ملح الطعام.

وإذا نظرت إلى بعض حبيبات الملح من خلال عدسة تكبير قوية فستتمكن من ملاحظة أنها جميعاً عبارة عن مكعبات صغيرة.





غالباً ما تنمو البلورات إلى تكتلات كبيرة مثل بلورات الكالسيت (فوق).

بعض بلورات الجليد تختلف جميعاً فيا بينها، ولكنها جميعاً لـ
ستة جوانب.



إذا نظرت إلى بعض الكِسف الثلجية من خلال عدسـ
مكبرة، فسيدهشك جمال أنماطها ذات الجوانب السداسية

## بلورات الجليد الجميلة:

عندما يتساقط الجليد فإنه يكون مكوَّناً من بلورات دقيقة من الثلج أو من الكِسَف (القشور) الثلجية، وهي كتل كبيرة نسبياً من البلورات. وتتكون بلورات الثلج بأشكال جميلة. وكل شكل منها يكاد يختلف تماماً عن باقي الأشكال. ولكنها جميعاً تشترك في شيء واحد، هو أنها سُداسية الجوانب.

## أشكال البلورات:

توجد البلورات بأشكال عديدة مختلفة (يمكنك أن ترى بعض الأشكال في الصفحة المقابلة). ولكن جميع البلورات التي تكوّن أي شيء لا بد أن تخضع لقواعد معينة. ولقد رأينا أن كل بلورة دقيقة من بلورات ملح الطعام تحاول أن تكون مكعباً تاماً. (بعضها لا يتمكن من ذلك لأنها تتزاحم مع جاراتها من البلورات أو لأنها تتكسر). وبلورات كبريتات النحاس أو الشب ليست مكعبات صغيرة، بل ذوات أشكال مختلفة تماماً. ولكن كل بلورة من بلورات الشب تحاول أن تكون مثل جاراتها

# حفظ الأغذية

اترك قطعة من اللحم أو السمك مكشوفة لبضعة أيام. ستلاحظ أنها ستَفْسدُ وتَنْتَنُ رائحتها. اترك قطعة من الخبز معرضة للهواء أيضاً فستجد أنها قد تعفنت. لماذا يحدث ذلك؟ إنه يحدث لأن الهواء مملوء بميكروبات حيَّة دقيقة. وهذه الميكروبات تستقر على الغذاء وتبدأ في تفتيته. كذلك تحدث تغيرات كيميائية في داخل الطعام تؤدي إلى إفساده.

ولحسن الحظ فإن لدينا طُرقاً عديدة لحفظ الغذاء طازجاً. وإحدى هذه الطرق عرفها أسلافنا منذ وقت بعيد، وهي طهو الطعام. فلقد وجدوا أنه عند طهو اللحم فمن الممكن حفظه لبعض الوقت قبل أن يفسد. إن الطهو قد أباد الميكروبات التي كانت موجودة من قَبْلُ في اللحم.

ثم اكتشف أسلافنا تجفيف الغذاء. فكانوا يعلِّقون اللحم والسمك والفاكهة في الشمس حتى يجف منها كل الماء الذي تحتويه. والأغذية المجفَّفة تظل صالحة لفترة طويلة لأن الميكروبات تحتاج إلى الماء لكي تنمو. هل يمكنك أن تفكر في بعض الأغذية المجففة؟ هل تعرف ما هو الزبيب وما هو قمر الدين؟

والبرودة كذلك مفيدة جداً لحفظ الأغذية طازجة. ونحن نحفظ في الثلاجة العادية أشياء مثل اللبن واللحم لمدة أسبوع أو أكثر. ويمكن حفظها في «الفريزر»، حيث يتجمد اللحم تماماً، لعدة أشهر. ولقد وجد «مامُوث» (فيل منقرض) ضخم متجمداً في الجليد المتكتل منذ ٥٠٠٠٠ سنة في سيبيريا، فأُذيب الجليد ووُجد أن الماموث صالح للأكل. إن التجميد يُوقِف نموَّ الميكروبات.

## إبادة الجراثيم بواسطة الحرارة:

كان لويس باستير عالماً فرنسياً عظيماً. ولقد أثبت أن الحرارة يمكن أن تُبيد (تقتل) الميكروبات. ثم قام بتسخين اللبن





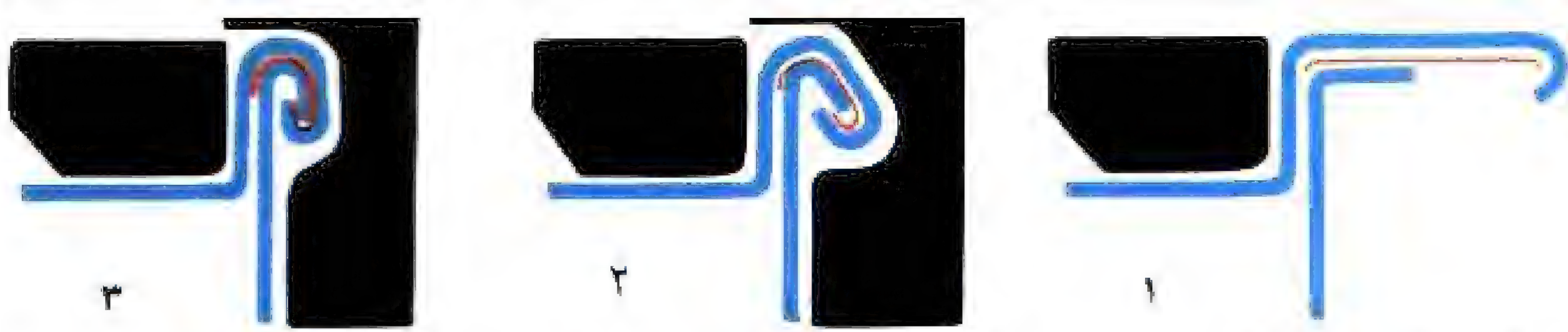
وتبريده بسرعة، فوجد أن معظم الجراثيم قد ماتت (فوق). وحالياً، تُسخَّن معظم الألبان وتُبرَّد بهذه الكيفية ـ وهذه تسمى عملية «بَسْتَرَة». واللبن «المبستر» يمكن أن نشربه بأمان.

## طرق مختلفة لحفظ الأغذية المختلفة طازجة:

يمكننا الآن أن نأكل نفس المنتجات الغذائية طوال معظم العام. وذلك لأنه يمكننا حفظ الأغذية بطرق مختل
انظر إلى الصورة العليا وفكر في الكيفية التي يمكن بها حفظ كل غذاء منها.

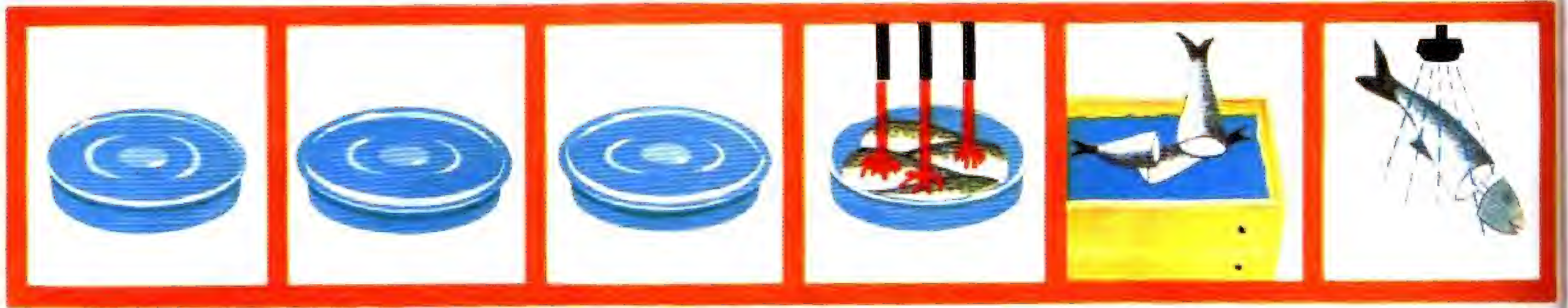
ويمكن شحن الفواكه والخضروات إلى مسافات بعيدة في سفن ولواري وعربات سكك حديدية مز
بثلاجات. ولكن الفواكه المختلفة يلزم حفظها عند درجات حرارة مختلفة إذا أردنا إبقاءها طازجة. وي
تجفيف اللبن إلى أن يصير مسحوقاً (بودرة). وبعد ذلك يمكن تحويله ثانية إلى لبن سائل بإضافة الماء
المسحوق. ويمكن «تدخين» بعض الأسماك واللحوم وتمليحها. ويستعمل ملح الطعام في كثير من الأح
لحفظ السمك واللحم طازجاً، وذلك لأنه يُوقِف نموَّ الميكروبات.

التعليب هو أهم طريقة لحفظ الأغذية (المُعلَّبات). وتصنع العُلَب من ألواح الفولاذ الرقيقة، ثم يُغلّف الفولاذ من كلا جانبيه بالقصدير. وبعد تعبئة الغذاء في العلبة، يُحكم إغلاق الغطاء كما ترى في الصور المجاورة. تضع آلةٌ شريط إحكام بين الغطاء والعلبة، ثم تكبسهما معاً كبساً محكماً، فلا يستطيع الهواء أن يتسرب إلى داخل العلبة.




ثم تُسخَّن العُلَب جميعاً لإبادة الجراثيم التي قد تُفسِد الطعام.

لمّا كانت العلبة مسدودة (محكمة ضد تسرب الهواء)، لا يمكن للجراثيم الحية أن تصل إلى الطعام، وبذلك يبقى طازجاً لمدة معينة (تُطبع على غلاف العلبة).



يُقطَع السمك ويُغسل — ثم يُنقع في ماء ملحي — تضاف الصَّلْصةَ أحياناً — العلبة شبه مُحْكمة كما في (٢ - فوق). — يُطرد الهواء إلى الخارج بواسطة الحرارة — يُحكم إغلاق العلبة وتُسخَّن

## التخليل:

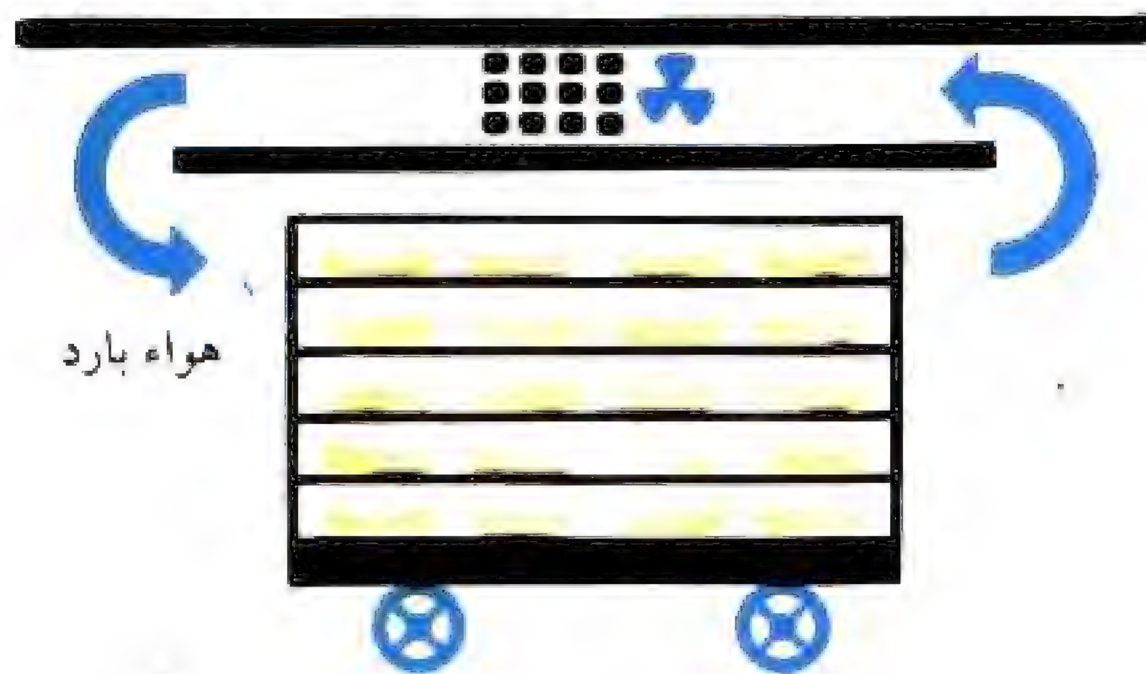
لسنوات عديدة، كان السمك يُحفَظ بتخليله في محلول ملحي. ويبقى الغذاء صالحاً للأكل مدة طويلة بعد تخليله، ولكن طَعْمه يتغير. ومعظم «المخلّلات» التي نأكلها تكون قد حُفظت في الخَلّ. وتبين الصور السفلى كيف تجُرى عملية التخليل على السمك في براميل.



تستخرج أحشاء الأسماك — تنقع الأسماك في ماء ملحي — وتُرصّ في برميل — يصب ماء ملحي في البرميل — تضاف رصات أخرى من السمك في البرميل — يغلق غطاء البرميل








## التدخين:

يحفظ السمك واللحم بواسطة عملية «التدخين». فتعلّق أسماك الرِّنجة والسلمون فوق نيران خشبية بطيئة الاحتراق. وتعمل حرارة النار والمواد الكيميائية في دخان الخشب على حفظ السمك. كذلك فإنها تعطي السمك مذاقاً مختلفاً. وغالباً ما يجفف السمك واللحم قبل إجراء عملية التدخين عليهما.

## التجميد:

كان معروفاً منذ زمن بعيد أن التجميد يحفظ الأغذية من الفساد. ولا يزال السمك يرسل من سفن الصيد أو الشحن إلى محلات البيع مرصوصاً في الثلج.

ولكن معظم الأغذية، التي يلزم حفظها لمدة ما، تجُرى عليها عملية «تجميد سريع». يوضع الغذاء في غرفة باردة خاصة. وهناك تَنْفُخُ المراوح تياراً متواصلاً من الهواء البارد فوق الغذاء (فوق)، فيتجمد بسرعة كبيرة جداً. ثم يلزم إبقاؤه مُجمَّداً حتى يحين وقت استعماله في المطبخ.

وإذا لم يُجمَّد الغذاء بسرعة كبيرة جداً، فإن ذلك يَضرُّ بمذاقه (طَعْمه) وبنْيَتِه. وذلك لأن التجميد البطيء يسمح لبلورات الثلج الكبيرة أن تتكوَّن في داخل الغذاء. وعادةً يعبأ الغذاء قبل تجميده.

# السيارة

في كل عام ينطلق على الطرق أكثر من مليون سيارة جديدة. والسيارات الحديثة هادئة وسريعة وتسْهُلُ قيادتها. ولقد تعودنا عليها بحيث أصبحت أمراً مفروغاً منه. لكن سيارة اليوم شيء رائع حقاً. فقد تحتوي على أكثر من ١٥٠٠٠ جزء مختلف، وغالبية هذه الأجزاء تظل شغّالة أو بحالة جيدة معظم الوقت ـ ولكن من ٧٠ عاماً مضت، كانت السيارات نادرة جداً، كما كانت تبدو مختلفة تماماً. فلقد كانت بطيئة وعالية الضجيج، وكانت تتعطل وتحتاج إلى إصلاح في أوقات متقاربة.

نصّ «قانون الراية الحمراء» البريطاني الذي صدر
١٨٦٥ على أن كل سيارة يجب أن يمشي أمامها رجل يح
راية حمراء. وكانت السرعة القصوى المسموح بها ٦ ك
ساعة.

محركات ديزل تشبه محركات البنزين، ولكنها تُشغّ
بالسولار الأرخص سعراً ولا تحتاج إلى شمعات شرر، كما
تسارُعها أقل قدرة.

تُقَاد السيارات في بريطانيا وبعض الدول على يس
الطريق.

سجل الأمريكي جاري جابليش رقماً قياسياً عالمياً في
١٩٧٠ بقيادة السيارة «بلو فلام»، المزودة بمحرك صاروخ
بسرعة ١٠١٧ كيلومتراً في الساعة.

السيارات الرياضية الحديثة قوية وسريعة
وشكلها الانسيابي يَدْلُفُ بسلاسة وسهولة خ
الهواء.

## السيارات الأولى:

ظهرت السيارات الحقيقية الأولى على الطرق من ١٠٠ عام تقريباً. وكانت تشبه إلى حد كبير عربات (الحنطور) ولكن بدون أحصنة. وكانت أجسامها عالية ومربعة مثل الصناديق، وتصنع من الخشب والمعدن. وكان السائق والركاب يجلسون على مقاعد صلبة مكشوفة للجو. وكانت العجلات تصنع إمّا من الخشب مع حافة حديدية أو من المطاط المُصْمَت. وهذه السيارات كانت تهتز وترتج كثيراً أثناء قيادتها. ولكن يمكن القول إجمالاً بأنها كانت تعمل إلى حد كبير بنفس الكيفية التي تعمل بها في الوقت الحاضر.

صنع الألماني كارل بنز أول سيارة ناجحة في العالم عام ١٨٨٥ (تحت).



صنع جوتليب دايملر واحداً من أول محركات البنزين. وفي عام ١٨٨٥ ركّبه على دراجة صانعاً بذلك أول موتوسيكل في العالم.



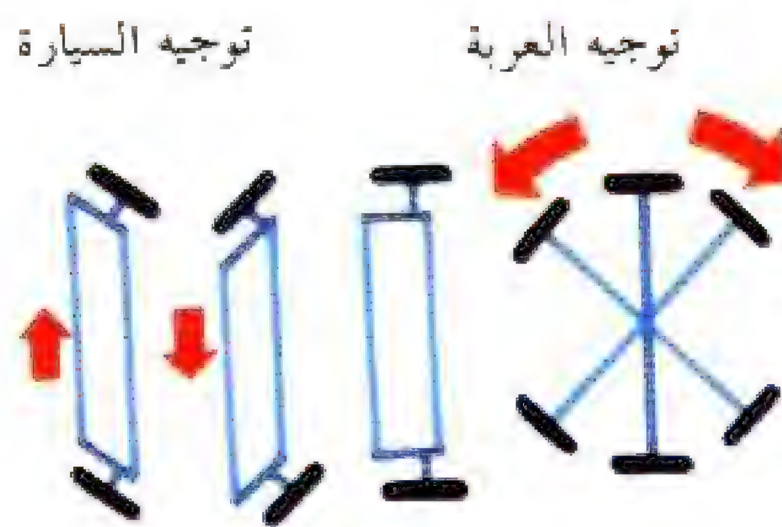
وكانت السيارات المبكرة تُنتج بكل شكل وحجم. وفي بعض الأحيان كانت العربات القديمة التي تجرها جياد تؤخذ وتستعمل بدلاً من جسم السيارة.

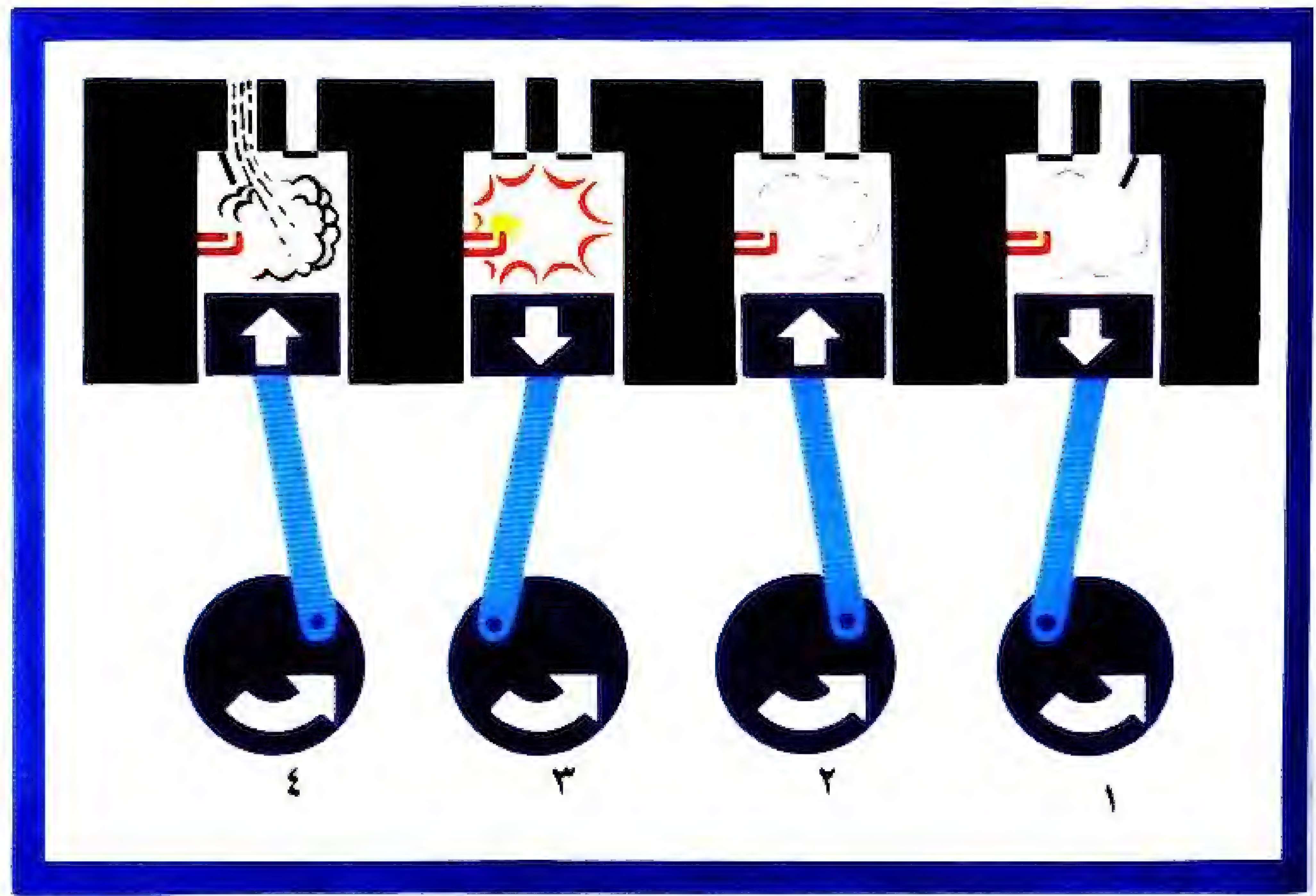
## سيارات أفضل:

في مطلع القرن الحالي، أصبحت السيارات تبدو أكثر شَبَهاً بما هي عليه اليوم. فكان المحرك في المقدمة غالباً، وكان يُشَغَّل بخليط من البنزين والهواء، وكان يوجد أمامه مُشِعّ (رادياتير) لحفظه بارداً. وكانت السيارة تشتمل على عجلة احتياطية. وفي داخلها كان هناك حيز كبير للركاب والحقائب.

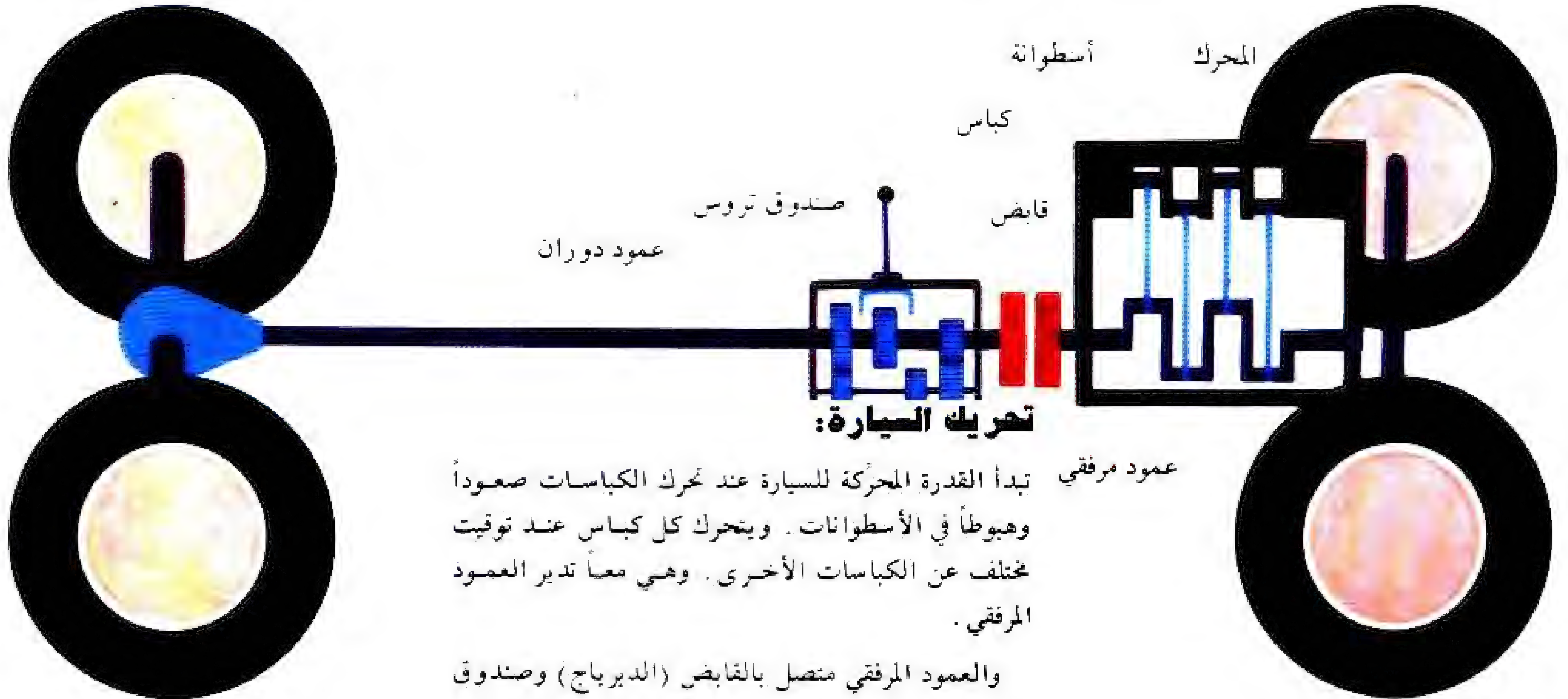
## توجيه السيارة:

يلزم توجيه السيارات بكيفية تختلف عن العربات المقطورة بجياد. فالمحور (الأكس) والعجلتان الأماميتان لهذه العربات تدور معاً حول بِنْز معدني. ولكن السيارات احتاجت إلى جهاز توجيه أكثر أماناً. ومحور (أكس) السيارة مثبت في موضع واحد، وهو يشير دائماً إلى الأمام. والعجلتان الأماميتان فقط هما اللتان تدوران من جانب إلى آخر لكي تَلِفّ السيارة.






إن قلب محرك السيارة هو مجموعة من الأسطوانات. ويوجد داخل كل أسطوانة كبّاس متوافق فيها توافقاً وثيقاً. ومع تحرك كل كبّاس إلى أسفل، يُرشّ خليط من البنزين والهواء في داخل قمة الأسطوانة (١). ويُضغط هذا الخليط مع تحرك الكباس ثانية إلى أعلى (٢). ثم تقفز شرارة فتشعل الخليط وينفجر (٣). ويُدفع الكباس إلى أسفل بفعل هذا الانفجار. وعندما يصعد الكباس إلى أعلى مرة أخرى فإنه يدفع الغازات المتبقية (العادم) إلى خارج الأسطوانة (٤). والآن يكون المحرك جاهزاً ليبدأ عند (١) من جديد. ومع كل مرة يتحرك فيها الكباس إلى أعلى وإلى أسفل فإنه يعمل على تدوير العمود المرفقي (عمود المرافق).




## تحريك السيارة:

تبدأ القدرة المحرّكة للسيارة عند تحرك الكباسات صعوداً وهبوطاً في الأسطوانات. ويتحرك كل كباس عند توقيت مختلف عن الكباسات الأخرى. وهي معاً تدير العمود المرفقي.

والعمود المرفقي متصل بالقابض (الدبرياج) وصندوق التروس. وفي معظم السيارات، يوجد في صندوق التروس أربعة تروس لجعلها تتحرك إلى الأمام. ويحتاج السائق إلى كل القدرة التي يمكنه الحصول عليها لبدء الحركة. وهو يستعمل لذلك الترس الأول (النَّقْلة الأولى). والترسان الثاني والثالث لزيادة السرعة ولصعود المنحدرات. وعندما تنطلق السيارة بسرعة كافية، يستعمل السائق الترس الرابع.

والقابض (الدبرياج) يستخدم لفصل المحرك عن التروس. وعندما يريد السائق النقل من ترس إلى آخر، فإنه يضغط بقدمه الأخرى على بدال القابض. وهذا يفصل العمود المرفقي عن التروس.

وتنتقل قدرة المحرك من صندوق التروس إلى عمود طويل يسمى «عمود الدوران». ويدير العمود الدوّار المحور الخلفي، ومع دوران المحور فإنه يجعل العجلتين الخلفيتين تدوران، فتتحرك السيارة إلى الأمام.

## الفرامل:

توجد فرامل على كل العجلات الأربع للسيارة. يضغط السائق بقدمه على بدّال الفرامل والبدال متصل بأحذية الفرامل. وهي توجد في داخل طنابير العجلات الدوّارة. وعند الضغط على البدال، فإن الفرامل تُدفع وتنفرج محتكةً بطنابير العجلات وتوقف دورانها.

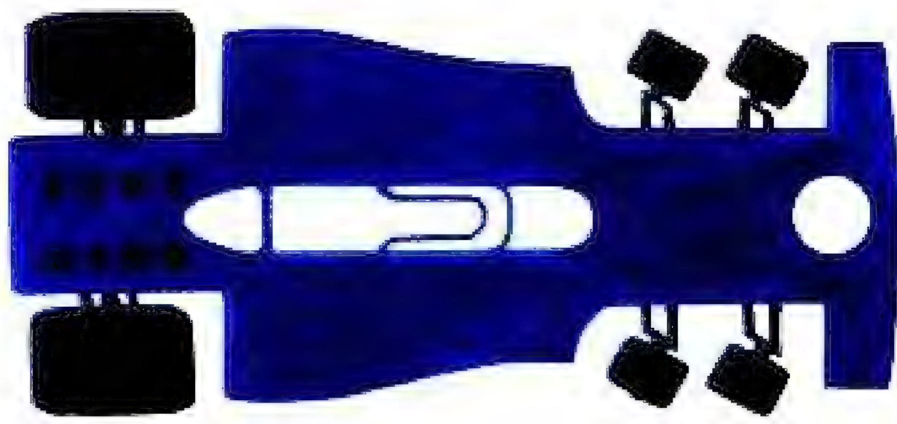
وفي أنواع أخرى من الفرامل، تسمى «الفرامل القُرْصية»، تدور أقراص معدنية مع عجلات السيارة. وعند الضغط على بدال الفرامل، تقبض بطانات على الأقراص، فتبطىء سرعة السيارة.

طنبور العجلة
أحذية الفرامل



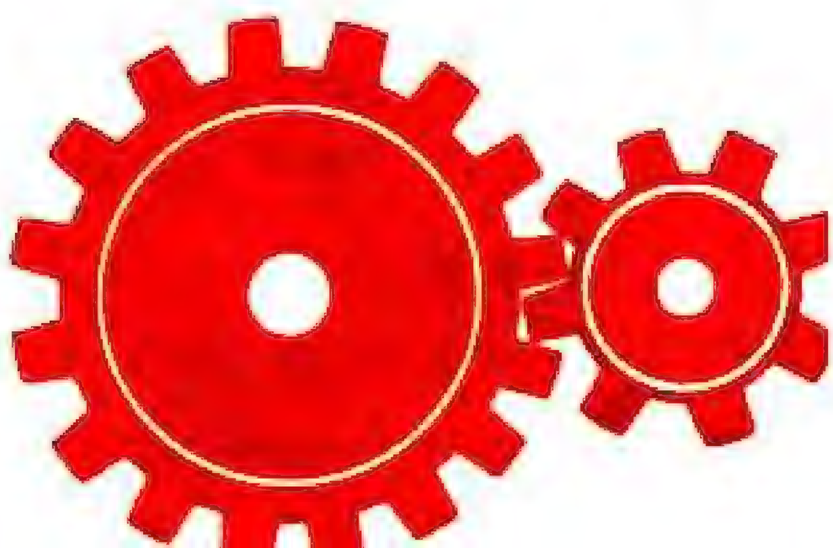


يمكن قيادة سيارات السباق عدة ساعات متواصلة بسرعات عالية جداً. وبعض هذه السيارات مزودة بأجنحة خاصة مثبتة في المقدمة والمؤخرة. وهي تساعد على استقرار السيارة فوق الأرض. كذلك تلزم إطارات عريضة وكبيرة للتشبُّث بالأرض. وبعض سيارات السباق يزود بأربع عجلات أمامية (تحت).



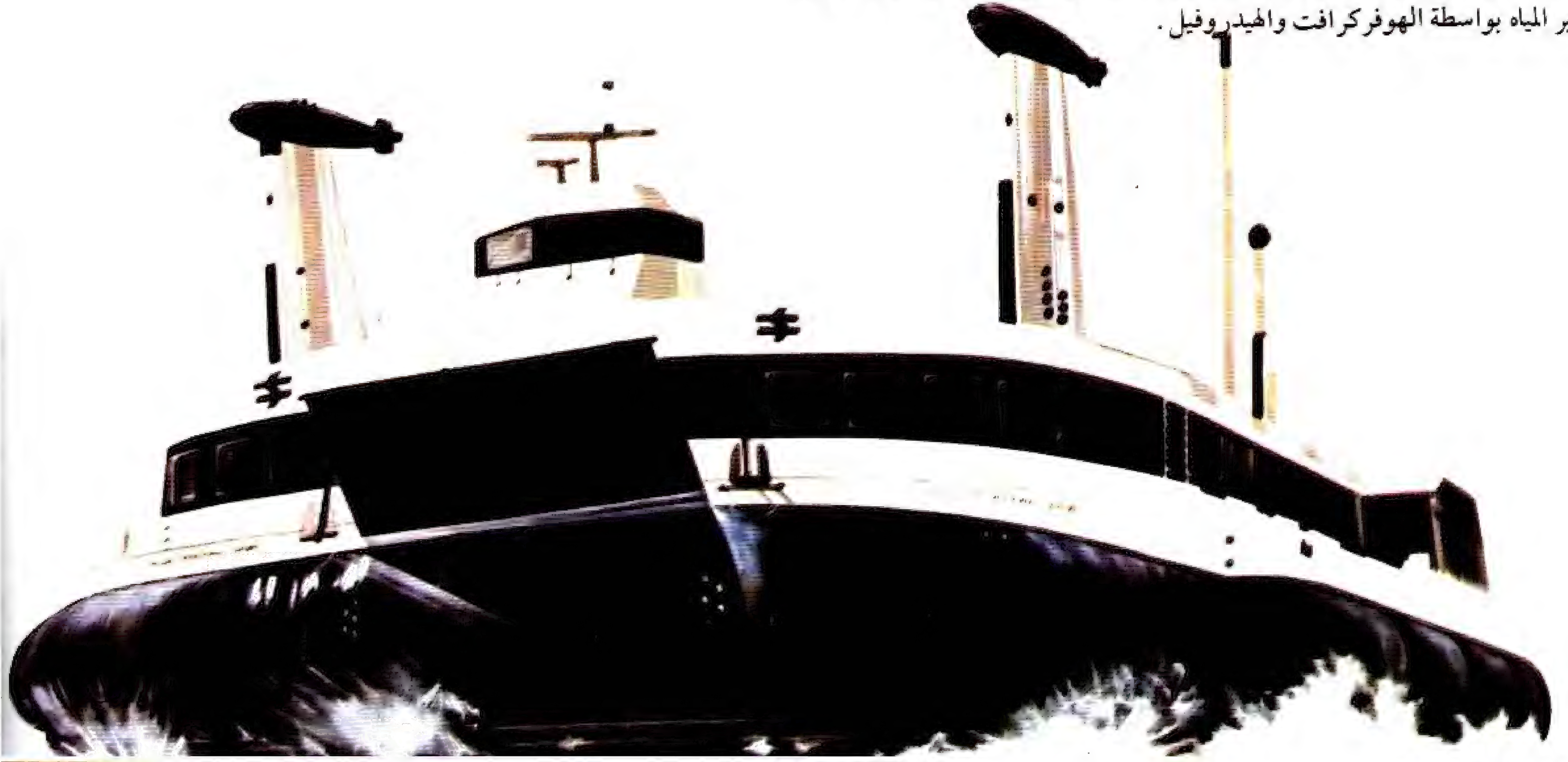
## تروس السيارة:

تروس السيارة تشبه الأقراص المسننة. والترس الصغير يدور أسرع من التروس الكبيرة. والترس الصغير (تحت) له ٨ أسنان. وهو يدور بضعف سرعة دوران الترس الكبير وله ١٨ سناً.



# على البَحْر وفي البَحْر

في الوقت الحاضر، يسافر قليل من الناس مسافات طويلة عن طريق البحر. فالطائرات تنقل الركاب إلى جميع أنحاء العالم بسرعة أعلى بكثير. ولكننا لا زلنا نحتاج إلى سفن البضائع لنقل الأحمال الثقيلة. ونقل الأحمال الثقيلة عن طريق الجو باهظ التكاليف. ولا يمكننا أن نستغني عن الناقلات الضخمة، مثلاً، لنقل البضائع والشحنات مثل البترول. وبالنسبة للمسافات القصيرة، فإن الناس ينتقلون بسرعة عبر المياه بواسطة الهوفركرافت والهيدروفيل.



الهوفركرافت هي المركبة الوحيدة التي يمكن أن تسير فوق البر والبحر. والنوع المبين في الصورة (فوق) يدار بأرب[...] رفاصات كما تدار بعض الطائرات بالمراوح. وفي الهوفركرافت، يُنفخ هواء قوي إلى أسفلها فيرفعها عن سطح الما[ء] وحيث إنه يوجد احتكاك ضئيل جداً، يمكن للمركبة أن تسير بسرعة عالية جداً.

## تطور السفينة:

لعل أول قارب كان جذْع شجرة طافٍ. ثم صنع الناس قوارب بدائية بربط جذوع الأشجار بعضها ببعض (وتسمى «الطَّوْف») وزوارق ضيقة تقاد بمجاديف مفردة (وتسمى «الكانو»). ثم جاء عصر السفن الشراعية، حيث كانت الرياح هي مصدر القدرة الوحيد في البحار لسنوات طويلة جداً. ومع مُضِي الوقت، تحسّن تصميم السفن الشراعية فصنعت سفن شراعية يمكن أن تصل سرعتها إلى ٣٧ كيلومتراً في الساعة.



كان «القُرْقُل» نوعاً من القوارب المبكرة والبسيطة. وكان يصنع من جلود الحيوانات الموصولة معاً بالحياكة والتي يُغلَّف بها هيكل خشبي.



كانت السفن «الغلايين» الحربية التي استعملها قدماء الإغ[ريق] والرومان مزودة بصفين أو ثلاثة صفوف من المجاديف للإ[...] والمناورة، كما كانت تحمل شراعاً مربعاً للحصول على سرعة إ[ضافية] عندما كانت الريح تهب من خلفها.

## عصر البخار:

على حين كانت السفن الشراعية تقلع عبر البحار والمحيطات، كان الناس يحاولون تزويد السفن بالمحركات البخارية الجديدة. وكانت السفن البخارية الأولى تدار بواسطة عجلات مجدافية ضخمة، تُركَّب إما على جانبي السفينة أو في المؤخرة. ولكنها لم تكن ناجحة جداً. فقد كانت تستنفد قدراً كبيراً من الطاقة لمجرد الخوض في الماء.

ثم جاء الرّفاص، وطورت محركات التربينات البخارية، وبذلك بدأت أيام السفينة البخارية.

وفي الوقت الحالي، تدار غالبية السفن بمحركات ديزل. وتدار بعض السفن الحديثة بواسطة القدرة النووية. وهذه السفن يمكن أن تظل في البحر لمدد طويلة دون حاجة إلى إعادة تزويدها بالوقود النووي.



الغواصات زوارق بحرية بالغة الأهمية. ولأنها تسير تحت الماء، فمن الصعب الكشف عنها واقتفاء أثرها. وتحتوي الغواصات على صهاريج موازنة، تسمى «الصّابورة». وعند ملء هذه الصهاريج بالماء، تغطس الغواصة. وعند ضخ الماء من الصهاريج وإفراغها منه تصعد الغواصة إلى السطح.

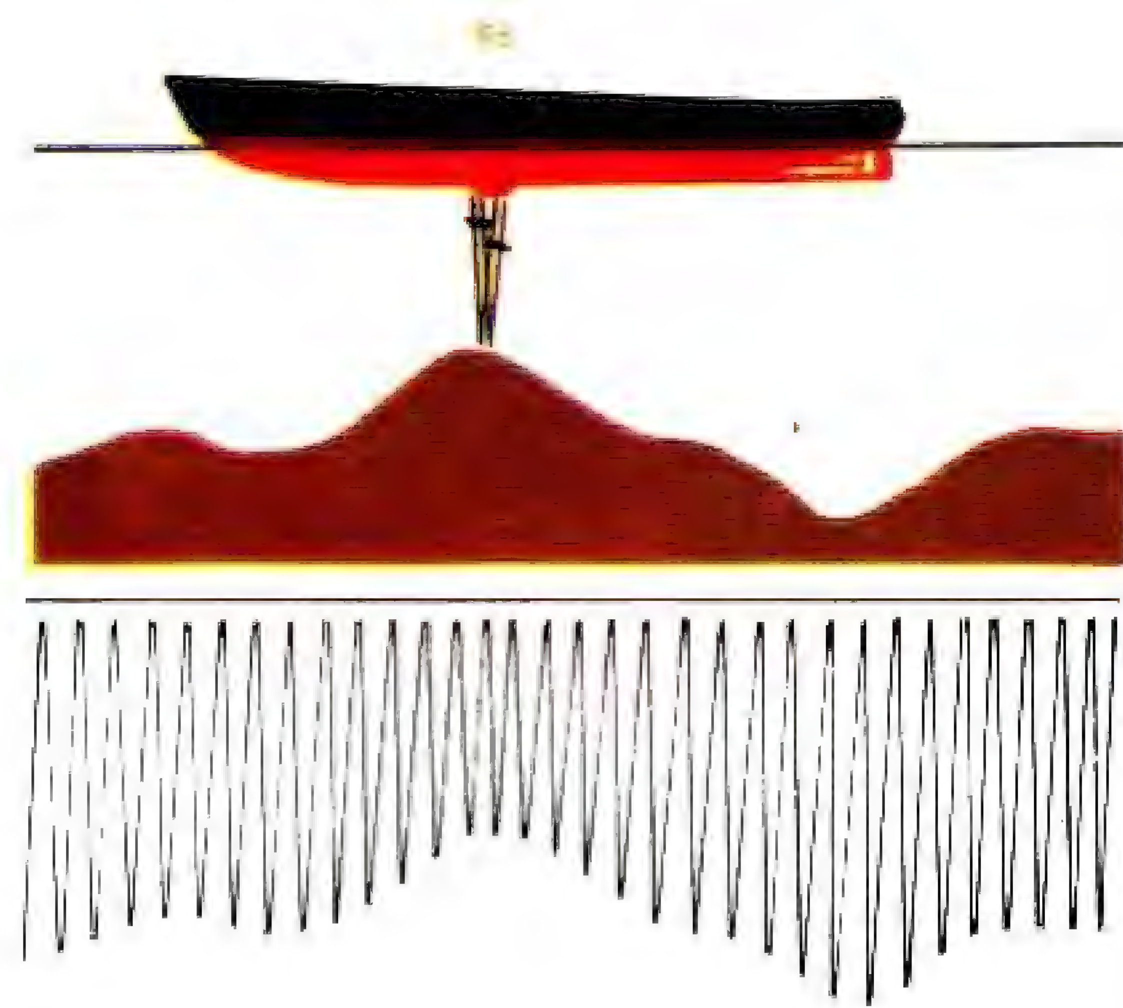


الطوربيدات تكون عادة هي سلاح الغواصة الرئيسي. ون[...] رفاصاتها بالكهرباء أو بالبخار. ومقدمة الطوربيد مشحونة بـ[...] ناسفة تنفجر عند اصطدامها بسفينة. ويمكن لبعض الطوربيدا[ت] أن تتحكم في اتجاهها تلقائياً نحو سفينة معادية.

## تحديد العمق:

لا يمكن استعمال الرادار تحت الماء. ولتحديد عمق الماء أسفل سفينة، يستعمل رجال البحر جهاز «السونار». ويُرسل الجهاز نبضات صوتية عالية التردد من قاع السفينة. ويسجل الوقت الذي استغرقه الصوت للوصول إلى قاع البحر والارتداد إلى السفينة. وكلما زاد طول هذا الوقت، كان الماء أكثر عمقاً. وفي أثناء إقلاع السفينة، يرسم جهاز الرادار خريطة لقاع البحر. الخطوط الموجة أسفل الصورة (تحت) توضح ذلك.

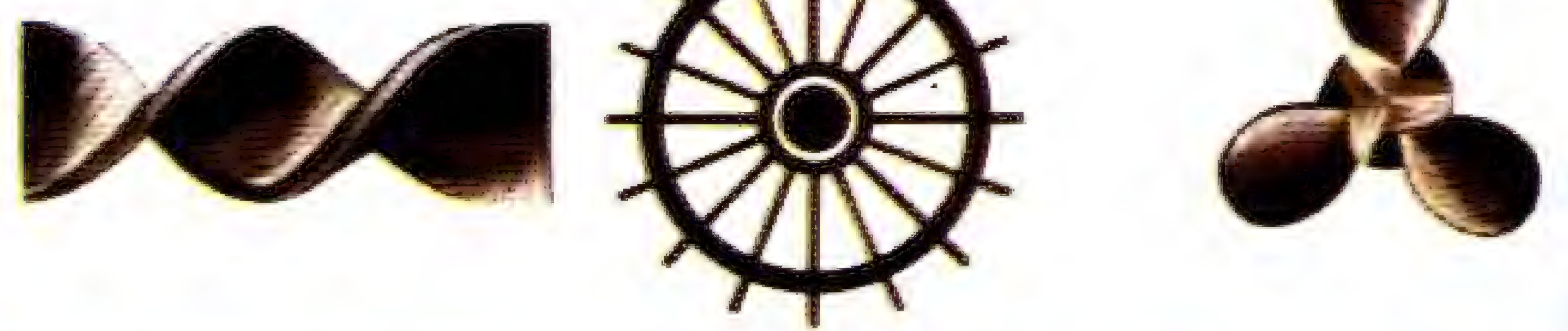
كذلك يستخدم السونار للعثور على أسراب السمك وعلى الحُطام في قاع البحر.



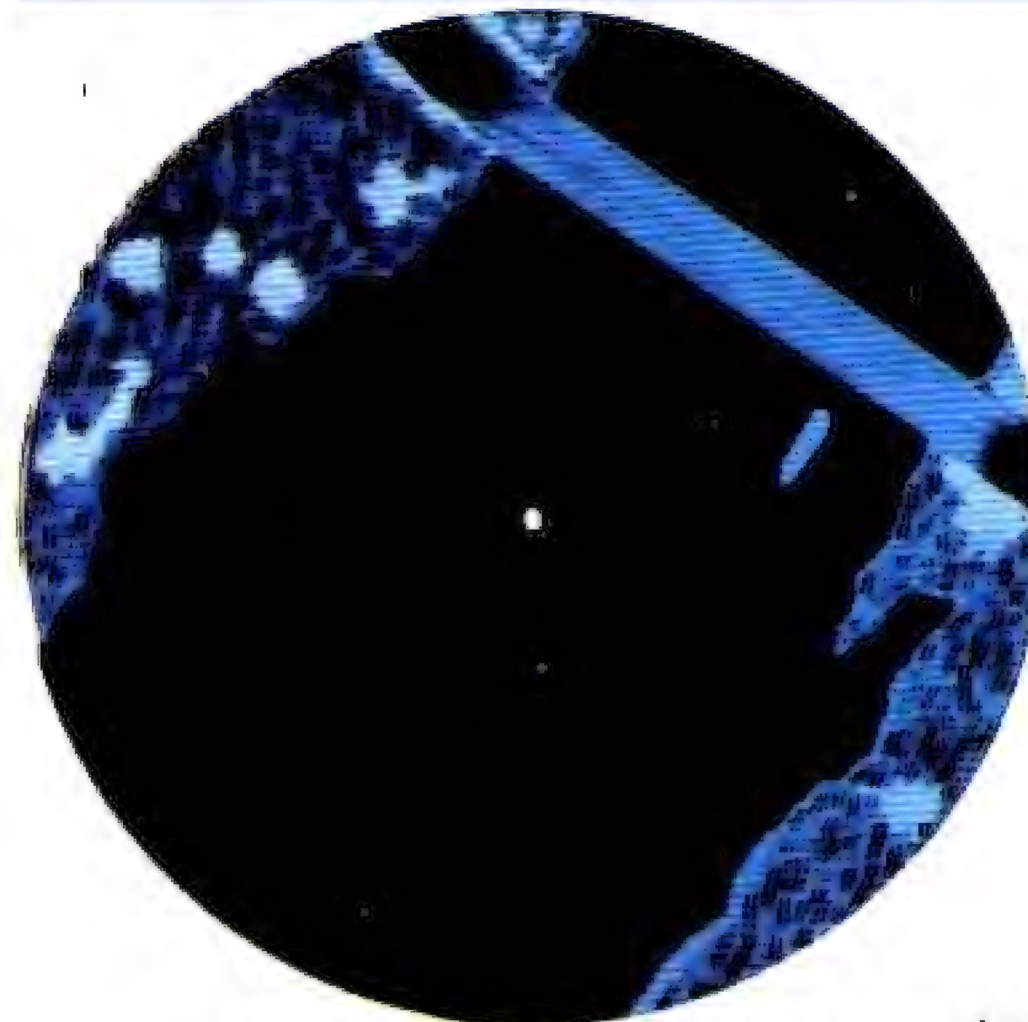


الهيدروفيل، كالمبين في الصورة (فوق)، «يطير» فوق سطح الماء. وعندما يكون القارب متوقفاً، فإنه يرسو على الماء كأي مركبة عادية. ولكن مع استجماعه للسرعة، فإنه يرتفع صاعداً إلى خارج الماء ويرتكز على أجنحته تحت الماء. ونظراً لوجود احتكاك قليل جداً بين الأجنحة والماء، فإن الهيدروفيل يسير بسرعة عالية جداً.

كانت السفن البخارية المبكرة تدار بعجلات مجدافية (الصورة الوسطى). ولكن الرفاصات لا تُبدِّد مثل تلك الطاقة. فهي تشُق طريقها في الماء بنفس الكيفية التي تعمل بها بريمة فتح الغطاء الفليني للزجاجة. وكانت الرفاصات الأولى تشبه ذلك المبين في الصورة اليسرى. وهي تزوَّد حالياً بثلاث أو أربع أرياش كما في الصورة اليمنى.







## الرؤية في الظلام:

الرادار وسيلة للتعرف على بُعْد الأشياء وعلى تحديد مواقعها ـ الأشياء مثل السفن والطائرات والأجسام الأخرى. ويمكن للرادار أن يلتقط وجود الطائرات البعيدة بمئات الكيلومترات. وهو يعمل في الضباب وفي الظلام.

## صورة رادارية:

السفينة في الصورة العليا اليمنى تستعمل جهاز الرادار الموجود بها. وفي غرفة الخرائط بالسفينة تلتقط شاشة الرادار الصورة اليسرى. ويمكن للضابط المُناوب أن يشاهد على الشاشة سفينة أخرى مقتربة وصَفّاً من «الشمندورات»، كما يمكنه أن يشاهد صورة إجمالية للأراضي على كلا الجانبين. كذلك يظهر على الشاشة وجود جسر (كوبري) أمام السفينة. فالرادار يحدد موقع السفينة بالضبط.

## الكيفية التي يعمل بها الرادار:

يقوم جهاز الرادار بإرسال موجات راديوية من هوائي (إيريال) خاص. وعندما تصطدم الموجات بشيء ما، فإنها تنعكس مرتدة إلى هوائي الرادار. ويحسب جهازُ الرادار الوقتَ الذي استغرقته الموجات للوصول إلى الهدف والارتداد منه. والجهاز يعرف سرعة انتقال الموجات الراديوية. وعلى ذلك يمكنه أن يسجل بُعْد الهدف. ويدور الهوائي باستمرار، مما يسمح للرادار بتسجيل اتجاه الهدف.

## الحوض الجاف:

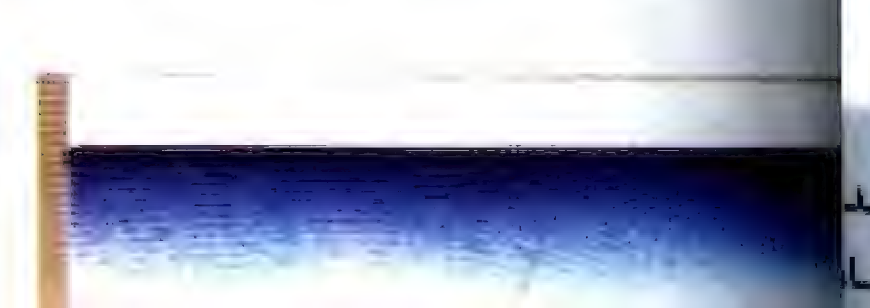
عند الحاجة إلى إجراء أعمال على قيعان السفن، أو الرّفاصات، أو الدفّات، يجب أن تدخل السفينة إلى حوض جاف.

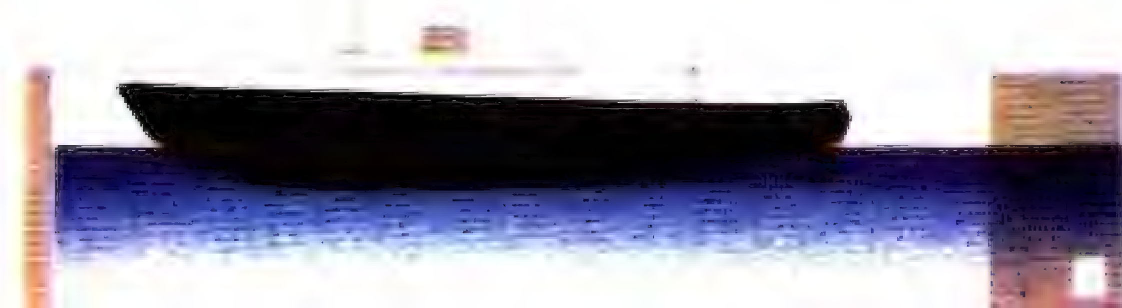
والحوض الجاف يشبه صندوقاً خرسانياً ضخماً غائراً في الأرض. ويَنْفَتح أحد طرفي الحوض على الميناء. ويُسمح للماء بالتدفق في داخل الحوض (تحت، ١). ثم تفتح البوابات المصمتة الهائلة عند طرف الحوض وتدخل إليه السفينة (٢).

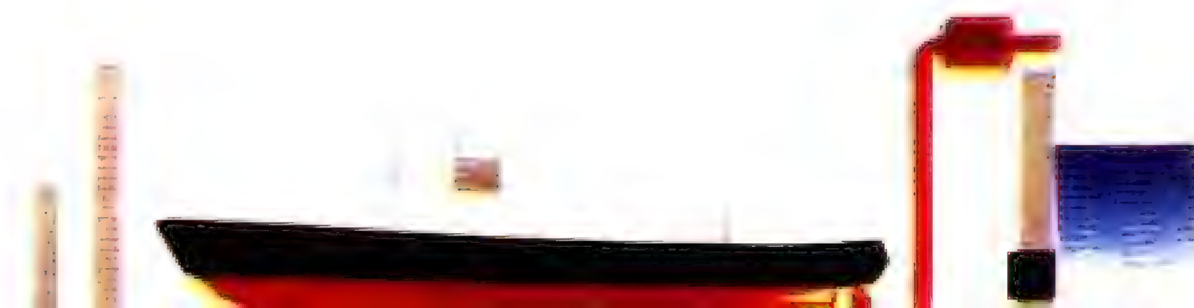
وتُغلق البوابات ثم يُضخ الماء لإفراغ الحوض منه (٣). وتهبط السفينة مع هبوط منسوب الماء، حتى ترتكز على قاع الحوض. وهناك تستند على عُرُوق خشبية متينة بينها وبين جانبي الحوض.

وبعد ذلك يدخل عمال الصيانة إلى الحوض لإجراء ما يلزم من إصلاحات أسفل السفينة.

وعند إنجاز الإصلاحات، يسمح للماء بالتدفق ثانية في الحوض حتى يرتفع إلى منسوب الماء في الميناء. وحينئذٍ تفتح البوابات وتخرج السفينة من الحوض.







# السِّكَكْ الحَدِيْدِيَّة

كانت هناك عربات تتحرك على قضبان قبل اختراع المحرك البخاري بزمن بعيد. فلقد اكتشف الإغ القدماء أن العربات يمكن أن تُجَرّ بسهولة أكثر إذا كانت العجلات تجري على عُرُوق خشبية، وب بعملهم هذا قد قلَّلوا الاحتكاك. ولكن لم توجد السكك الحديدية كما نعرفها اليوم حتى عام ١٨٢٥ ففي ذلك العام، افتتح المخترع الإنجليزي جورج ستيفنسون الخط الحديدي بين ستوكتون ودارلنجتو وكانت قاطرته «لوكوموشن رقم ١» تنطلق بسرعة ١١ كيلومتراً في الساعة. والقطار المبين في الصو (تحت) يسير على خط توكايدو الياباني. وتبلغ سرعته في المتوسط ١٧٠ كيلومتراً في الساعة.

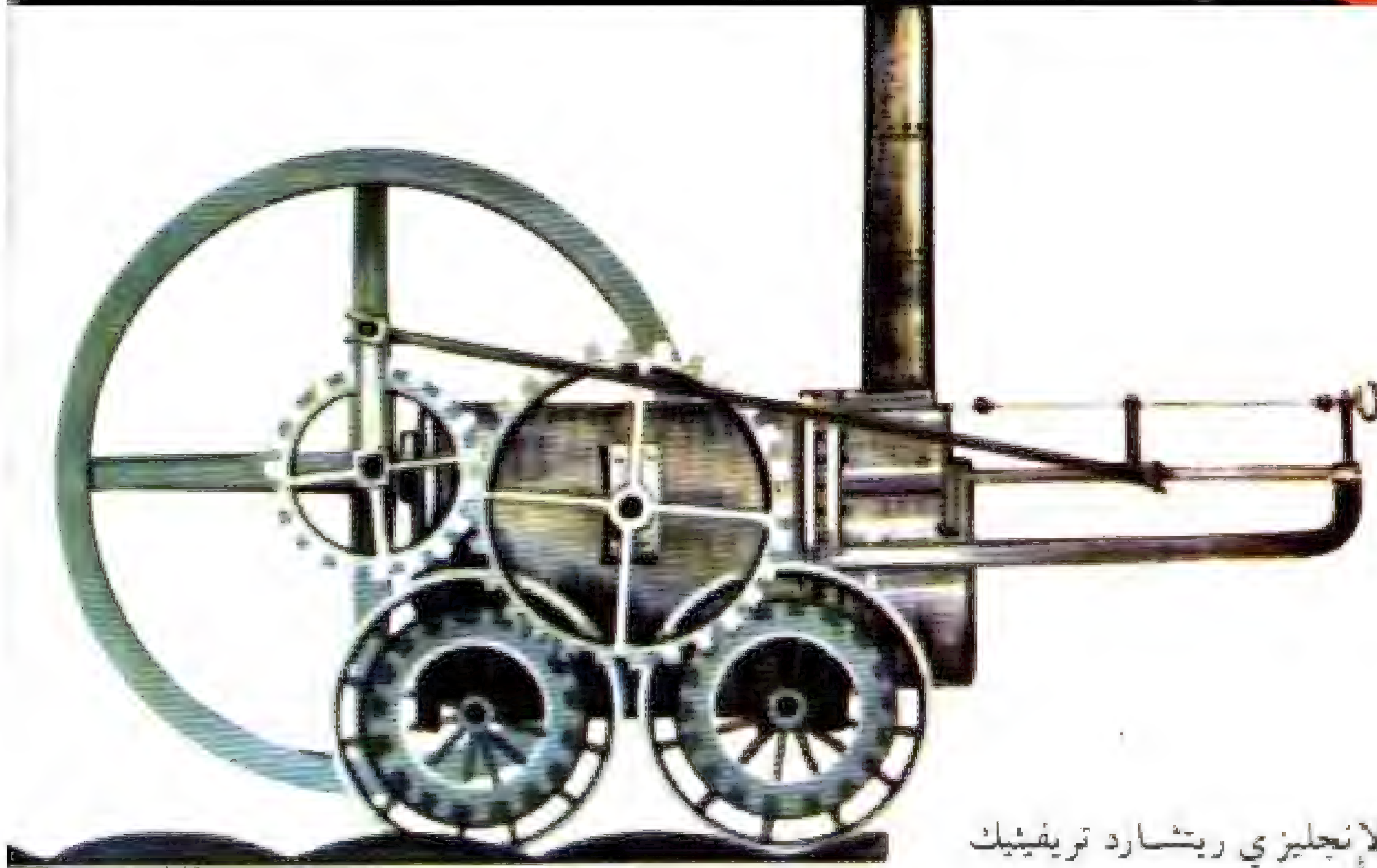
## السفر بالسكك الحديدية:

تسمَّى الفترة بين عامي ١٨٢٥ و ١٩٠٠ عصر السكك الحديدية. ففي ذلك الوقت تم إنشاء أكثر من مليون كيلومتر من خطوط السكك الحديدية في جميع أنحاء العالم.



واستطاع الناس السفر إلى مسافات بعيدة بكيفية لم يعتادوها من قَبْلُ.

والسكك الحديدية حالياً ليست بالأهمية التي كانت عليها في ذلك الحين. فالسيارات، والحافلات (الأوتوبيسات)، والشاحنات (اللواري)، والطائرات، قد أصبحت تؤدي بعض المهام التي كانت تقوم بها السكك الحديدية. ولكننا لا زلنا نحتاج إلى القطارات لنقل الركاب والبضائع.

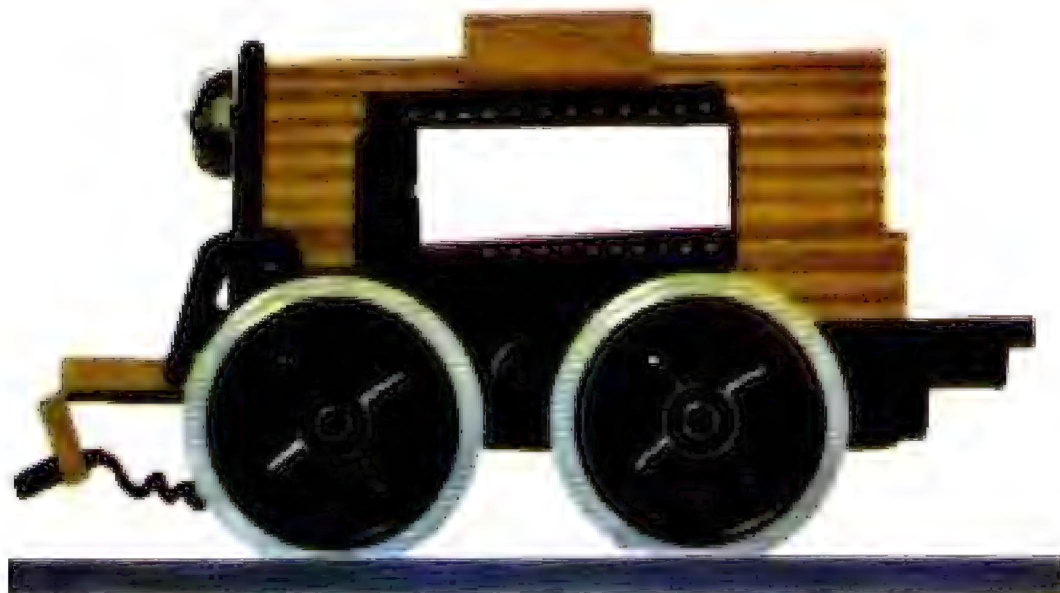


صنع المهندس الإنجليزي ريتشارد تريفيثيك أول محرك سكك حديدية في العالم عام ١٨٠٤. وكان محركاً غريب الشكل، ولكنه نجح على أية حال. وكان من اللازم استخدام حذَّافة ضخمة ليعمل المحرك بسلاسة. وكان مزوداً بأسطوانة بخارية واحدة فقط.

## محركات اليوم:

يوجد نوعان رئيسيان من المحركات المستعملة حالياً في قاطرات السكك الحديدية ـ الكهربائي وديزل. والمحركات الكهربائية تدار بواسطة موتورات كهربائية. وتدير الموتورات الكهربائية العجلات. وتُغَذَّى الكهرباء إمَّا من كَبْل علوي أو من قضيب حديدي ثالث.

ومحركات ديزل تحرق وقود السولار. ويمكن نقل قدرة محرك ديزل إلى العجلات بطريقتين. ففي القطارات ديزل ـ الكهربائية، يولِّد محرك ديزل الكهرباء. وتُشغِّل الكهرباء موتورات كهربائية، وهذه تدير العجلات. أو تنقل قدرة محركات ديزل عن طريق بعض التروس إلى عجلات القطار مباشرة.



صنع الألماني فيرنر فون سيمنز في عام ١٨٧٩ أول قاطرة كهربائية في العالم (الصورة المجاورة). وكانت هذه القاطرة الصغيرة، الغريبة الشكل، تستعمل لنقل الركاب على خط حديدي في معرض برلين.



قبل اختراع المحرك البخاري، كانت عربات المناجم تُدفَع على خطوط خشبية. وكانت عجلات العربات مزودة بِشفَاهٍ لإبقائها مستقرة على الخط.



في بداية استعمال السكك الحديدية، كانت العربات مزودة بعجلات مُسَطَّحة الحافّة. وكانت القضبان على شكل حرف L (فوق). وكان من الممكن تسيير العربات على الطُّرُق العادية.



يشكِّل القضيب الحديدي الحديث كما في الصورة (فوق). وغالبية سكك الخطوط الحديدية في العالم لها قضيبان متباعدان بعضهما عن بعض بمسافة ١,٤٣٥ متراً. وهذا يسمى «المعيار القياسي».



## القطارات المحومة (القطارات الهوفر):

تنزلق مركبات الهوفر فوق البر والبحر على وسادة من الهواء. وتصنع في بعض الدول حالياً قاطرات الهوفر. والقطار المبين في الصورة (فوق) فرنسي الصُّنع. وهو ينزلق فوق قضيب حديدي مفرد ـ يسمى «المُونُوريل» ـ وهو مصنوع من الخرسانة. ونظراً لانعدام الاحتكاك تقريباً، فإن القطار ينطلق بسرعة عالية جداً. ويُدفع هذا القطار بواسطة مروحة، مثل بعض الطائرات. وتصل سرعته إلى ٣٧٥ كيلومتراً في الساعة.

في المناطق التي تتسلّق فيها القطارات الجبال، لا تَتَشبَّث العجلات الملساء تشبُّثاً كافياً بالقضبان الحديدية. لذلك فإن السكك الحديدية الجبلية تكون قضبانها مُسَنَّنةً كما هو مبين في الصورة المجاورة. وهذه المُسَنَّنات تسمح للقطارات بالتحرك صعوداً وهبوطاً بأمان.



## الإشارات والتحويلات:

يجب أن يلتزم سائقو القطارات بإطاعة الإشارات. وكانت الإشارات المبكرة تُشَغَّل باليد. فكان رجل الإشارة يسحب رافعة (ذراعاً) في كابينته فترتفع الإشارات أو تنخفض. وعندما تكون الإشارة منخفضة، يمكن للقطار أن يمر. وهذه كانت تسمى «إشارات السيمافور» (الصورة المجاورة). وكانت الإشارة السَّهْمية السفلى هي إشارة المرحلة القادمة فهي تدلّ السائق على وضع إشارة العبور التالية.

وفي الوقت الحالي، تستخدم إشارات كهربائية (الصورة بعد المجاورة). وهي مزودة بأضواء ملوّنة، وتُشبه إلى حدٍّ ما إشارات المرور على الطرق. فالضوء الأحمر يعني «قِفْ». والضوء الأخضر يعني أن «الطريق سالك» ومفتوح للمرور. والضوء الأصفر أن الإشارة التالية قد تكون حمراء.





إذا كان لديك نموذج لسكة حديدية، فأنت تعرف أنه تلزم «تحويلة» لتوجيه القطار من خط إلى خط آخر. وفي الماضي، كان من اللازم أن يقف رجل إلى جانب السّكة ويسحب رافعة لزحزحة التحويلات. والآن يتم تغيير التحويلات كهربائياً من صندوق إشارات بعيد. والصورة المجاورة توضح كيفية عمل التحويلات.

وفي الوقت الحاضر، تكون الإشارات والتحويلات مُتَوَاشِجَة (مُنَسَّقَة معاً) في العادة لتوفير الأمان. ولا يمكن تحريك التحويلات إلا إذا كانت الإشارة الصحيحة ظاهرة.



# في الجـو

يمكن أن نسمي عصرنـا الحـالي «عَصر الجـو». فطائـرات الخطـوط الجـوية، مثـل «الكونكورد»، تَمْرقُ عبر السماء بسرعة تزيد على ٢٠٠٠ كيلومتر في الساعة. وتقلع طائرات «الجامبو» الضخمة وعلى متْنِها أكثر من ٤٠٠ راكب. ومع ذلك فحتى نهاية القرن الماضي لم يكن أحد قد طار في طائرة.

كانت أول طائرة جامبو ضخمة هي البوينج ٧٤٧. وعندما نقلت الركاب لأول مرة عام ١٩٧٠ فإن وزنها كان ضِعْفَ وزن أية طائ أخرى. وكان عرض كابينتها ٦ أمتار وطولها ٥٧ متراً. وكانـ المسافة بين طرفي الجناحين أزيد من ٣٨ متراً. وهي تطير بسرع ١٠٠٠ كيلومتر تقريباً. ويحتوي التحدُّب الموجود في مقدمة الطائ على الحيز الـذي يجلس فيه الطيارون والملاّحـون وعلى استراح علوية.



كان الناس دائما يحلمون بالطيران مثل الطيور. ولكن ذلك لم يتحقق إلا في عام ١٩٠٣، حينما تمكن الإنســان من الإقلاع في آلة تعمل بقدرتها الذاتية.

## أخف من الهواء:

وقبل ذلك بوقت طويل، صعد النـاس في الجـو بواسطـة البالونات. وفي الواقع، تحققت أول رحلـة في بالـون عام ١٧٨٣. ففـي ذلكَ العـام، صنـع الأخَـوَان الفـرنسيان مونتجولفييه بالوناً كان يطير بواسطة الهواء الساخن.

فلقد أَوْقَـدا ناراً تحتـه وبـذلك كان البالـون يمتلىء بالهـواء الساخن. والهواء الساخن أخف وزنـاً من الهـواء البـارد، لذلك فإن البالون كان يصعد في الجو. وفي الوقت الحالي، لا يزال بعض الناس يُطَيِّرون بالونات الهواء الساخن كنوع من الرياضة.

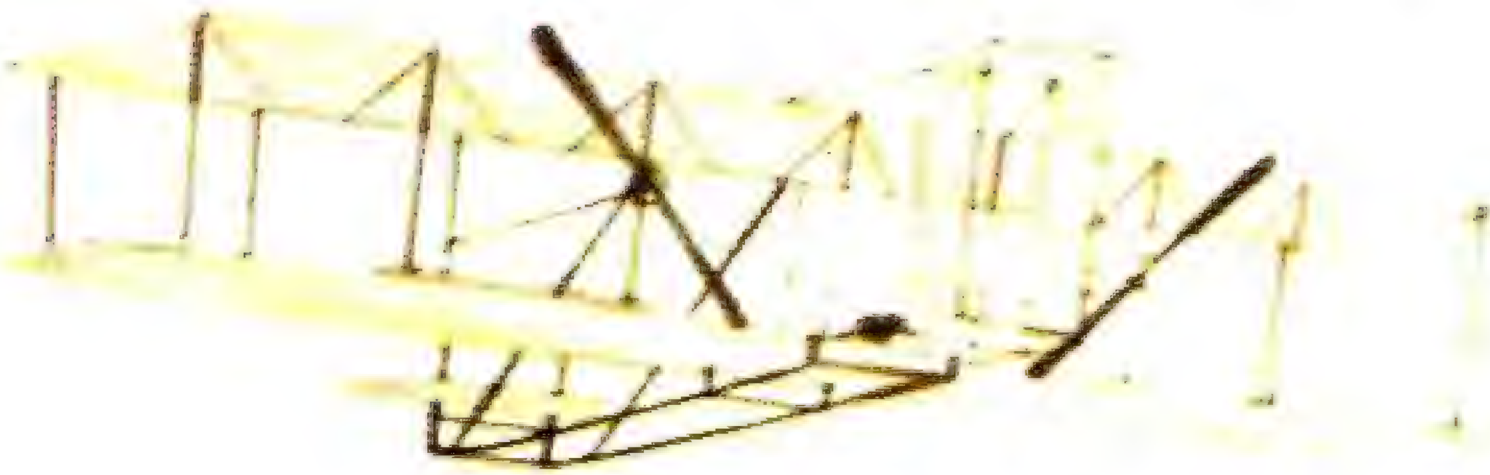
ولقد مُلِئت البالونات أيضاً بغاز الهيدروجين، وهو أخف الغازات على الإطلاق. لذلك فقد ارتفعت هذه البالونات أيضاً. ولكن البالونات لا يمكن توجيهها، لـذلك فـإنها كانت تخضع للرياح التي توجِّهها كما تشاء.

## الوثبات الأولى:

في أثناء القرن التاسع عشر، حاول كثير من الرجـال بنـاء طائرات تطير بالفعل. فقد كانوا يعرفون أن الطيَّارة الورقية تحلق في الهواء. فصنعوا طيارات شراعية يمكنها أن تحمل إنساناً. وجرَّبـوا استخـدام المحـركات البخـارية، ولكنهـا كانت أثقل من اللازم. ثم تمكن الأخَوَان رايت من تحقيق أول طـيران بالقـدرة الآلية عام ١٩٠٣ في ولاية نورث كارولينا بالولايات المتحدة.

## الأخوان رايت:

يرجع الفضل إلى محرك البنزين في جعل الطيران الآلي ممكناً. وتعلّم الأخَوَان وِيلْبور وأُورفيل رايت الكثير عن فن الطيران ببناء طائرات شراعية. وبعد مئات من تجـارب الطـيران في طائـراتهما الشراعية، بدأ يصنعان طائرتهما الأولى «فلايَر» فوضعا فيها محرك بنزين صنعاه بنفسيهما. وكان المحرك موصولاً بمروحتي دَفْعٍ عن طريق جنازير الدرَّاجات. وفي ١٧ ديسمبر ١٩٠٣؛ قام أورفيل بتطيير «الفلاير» لمسافة ٣٧ مترا ثم هبط على الأرض بأمان. وبذلك بدأ عصر الجو.

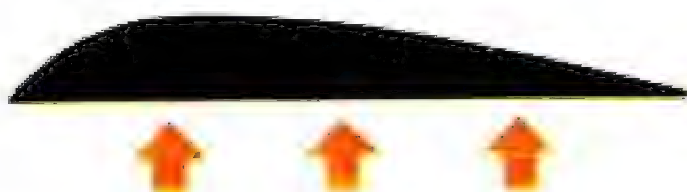


## ما الذي يبقي الطائرة في الهواء؟

لماذا تَبْقَى الطائرة، وهي أثقـل من الهـواء، مُحَلِّقةً فيه؟ إنها تظلّ فيه لأن جناحي الطائـرة لهما شكْلٌ خاص. فالجنـاح مقـوَّس إلى أعلى ومسطـح من أسفله. ومع اندفاع الجناح من خلال الهواء، فإن الهواء المارّ فوقه يقطع مسافة أطول من الهواء المار أسفله. فيسري الهـواء العلـوي بسرعـة أعلى، وعندما يسري الهواء بسرعة يحدث ضغط أقـل. وإذا كان هناك ضغط فوق الجناح أقل من الضغط في أسفله، يُرفَع الجناح، وتطير الطائرة.



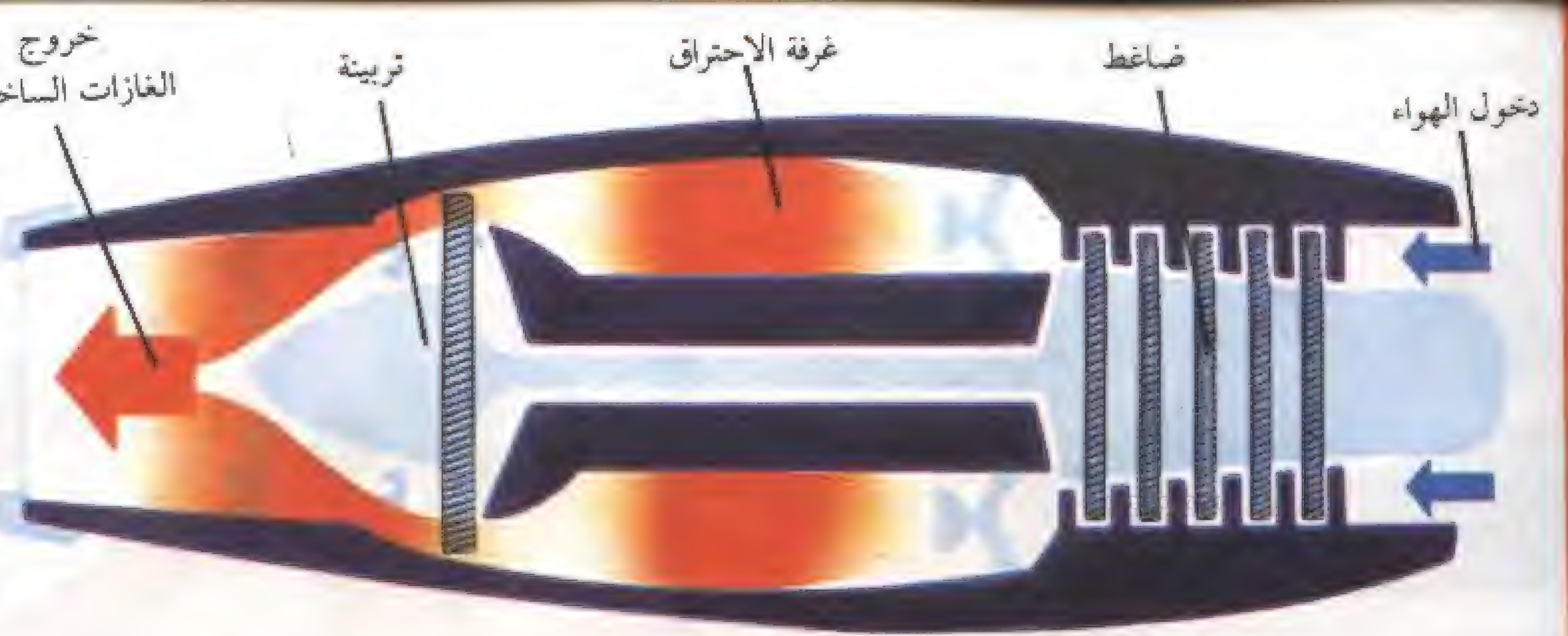
قبل أن تتمكن الطائرة من الطيران، يجب أن يتحرك الجناح بسرعة لإعطاء رَفْعٍ كافٍ.



## المحرك النفاث:

الفكرة في المحركات النفاثة بسيطة جداً. فعندما يندفع الهواء إلى الخلف بسرعة عالية، فإن كلّ ما يخرج منه الهواء يُدْفَع إلى الأمام. انفخ بالوناً وأطلقه في الهواء. سيندفع الهواء إلى الخارج ويطير البالون في الاتجاه المضاد.

ويحتوي المحرك النفاث على ضاغط وغرفة احتراق، وتربينة. ويُشْفَط الهواء عند مقدمة المحرك ويُضغط بإحكام في الضاغط. ثم يُدفع إلى داخل غرفة الاحتراق ويُخلط مع الوقود. ويحترق هذا الخليط بعنف ويكوّن تياراً من الهواء الساخن. ويمر الغاز الساخن خلال أرياش التربينة، فتدور التربينة وتدير معها الضاغط. ثم يندفع الهواء خارجاً من المؤخرة. وهذا الاندفاع الخلفي يدفع الطائرة إلى الأمام، أي في الاتجاه المضاد.




تزوَّد معظم الطائرات حالياً بمحركات نفاثة. ولكن الكثير منها لا يزال يُشَغَّل بمراوح. وقد تكون المروحة ذات ريشتين أو ثلاث أو أربع أرياش. وهناك طائرات تزود بمجموعتين من المراوح، واحدة خلف الأخرى. ثم تدور كل مجموعة من المراوح في اتجاه مضاد للمجموعة الأخرى.



## شكل الجناح:

قبل عصر الطائرات النفاثة، كانت غالبية الطائرات ذات جناحين ممتدين عمودياً على الجانبين. ولكن مع تزايد سرعة الطائرات، أصبح الجناحان أكثر امتداداً إلى الخلف، وهذا يسمى الامتداد التَراجُعي. والأجنحة ذات الامتداد التراجعي تجعل الطائرة أكثر انسيابيةً. فيكون السَّحْب أقل، والاحتكاك أقل، عند السرعات العالية. ولكن الأجنحة ذات الامتداد التعامدي أفضل للإقلاع والهبوط على الأرض.

## الجناح المفصلي:

في بعض الطائرات يمكن تغيير وَضْع الجناح في أثناء طيران الطائرة، وهو يسمى «الجناح المفصلي». والصورة المجاورة السفلى تبين وضع الجناح عند إقلاع الطائرة. وتبين الصورة الوسطى ارتداد الجناح بعد الإقلاع. وفي الصورة العليا تطير الطائرة بأقصى سرعتها والجناحان مضمومان.



## طائرات الهليكوبتر:

لا تحتاج طائرات الهليكوبتر إلى مَدْرجة (ممر) للإقلاع والهبوط. ويمكنها أن تحوِّم في الهواء أو تطير صعوداً وهبوطاً - بل وإلى الخلف. ولكنها لا تستطيع أن تطير بسرعة عالية جداً. والهليكوبتر مزودة بدوّار (روتور) في أعلاها. وتسلك أرياش الروتور عند دورانها سلوك الأجنحة العادية، فترفع الهليكوبتر. ويمكنها أيضاً أن تدفع الطائرة إلى الأمام لأن قائدها يغيّرُ من زاوية الأرياش. وتوجد كذلك مروحة صغيرة عند الذيل، وهي تمنع الهليكوبتر من الالتفاف حول نفسها أثناء دوران الروتور الرئيسي.



الصورة المجاورة لطائرة نفاثة قافزة. والمحرك مزود بأربع فوهات. فإذا أديرت الفوهات إلى أسفل، ترتفع الطائرة مباشرة في الهواء. ثم تُدار الفوهات ناحية الخلف، فتصير نفاثة عادية.

# الآلات البَسيطَة

إذا حاولت أن ترفع سيارة عن الأرض، فلن تستطيع ذلك. ولكن إذا وضعت رافعة (كوريك) تحت أحد جانبيها وشَغَّلْت مقبض الرافعة، ترتفع السيارة. والرافعة آلة بسيطة يُستعمل فيها عمود ملولب (فتيل) لرفع الأشياء بسهولة. وكل شيء يَسْتخدم الطاقةَ بكفاءة يُعتبر آلة.

## ست آلات بسيطة جداً:

إن الأشياء الستة المبينة في الصور المجاورة هي أبسط الآلات الممكنة، وأنت ترى وتستعمل بعضاً منها كل يوم.

فالإسفين «الخابور» (١) يستعمل لشق الأشياء أو اختراقها. فإذا وضعنا حافة إسفين داخل شَقٍّ في قطعة من الخشب وطرقنا على الإسفين بمطرقة، سينفلق الخشب. ففي أثناء دفع الإسفين في داخل الشق، فإنه يحدث دفعاً جانبياً في اتجاه السهمين. والأجَنات، والسكاكين، والفؤوس، والبُلْطَات، أنواع من الأسافين.

وتوجد أنواع عديدة من الروافع (٣). فالقطعة الطويلة من الخشب يمكن استخدامها كرافعة. وهي تسمح لنا بتحريك صخرة ثقيلة لأن المسافة بين (أ) و (ب) أقصر من المسافة بين (ب) و (جـ). ولا يمكننا رفع الصخرة بدون رافعة.

وتبين الصورة (٤) مستوى مائلاً. وسحب حِمْل ثقيل إلى أعلى المستوى المائل يحتاج إلى مجهود أقل من رفعه مباشرة عن الأرض.

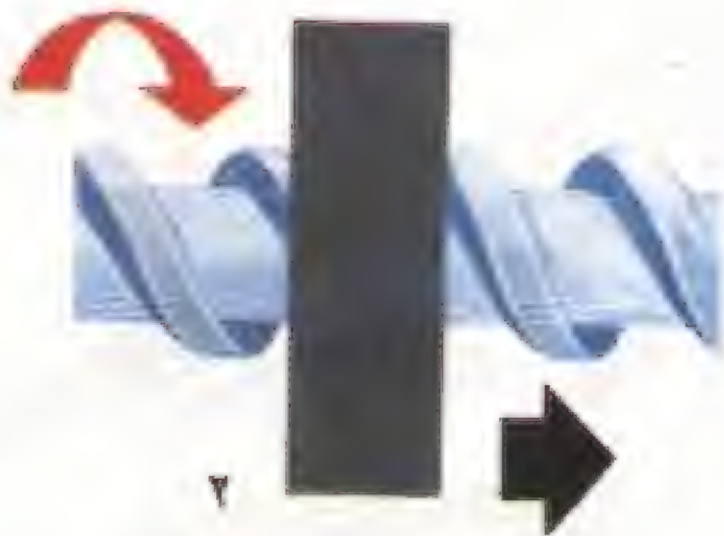
والبكرة (٥) وسيلة أخرى لرفع الأحمال الثقيلة بسهولة. والعجلة والمحور (٦) يسمحان لنا بتحريك الأشياء على الأرض بسهولة أكثر من جَرِّها مباشرة.

يقول العلماء إن «شُغْلاً» يُبْذَل إذا حَرَّكت قوةٌ شيئاً ما. وأنت حين تسحب أو ترفع شيئاً ما فإنك تبذل شغلاً. و«القدرة» هي معدل أداء الشغل. ويقيس العلماءُ الشغلَ بوحدات تسمى «الواط». والمدفأة الكهربائية الصغيرة تستهلك الكهرباء بمعدل ١٠٠٠ واط (كيلوواط واحد). و«القدرة الحصانية» الواحدة تساوي ٧٤٦ واط.

























توجد أنواع عديدة من الروافع. والبعض منها نستعمله كل يو
فالمقصات روافع. وهي تسمح لنا بالقَطْع دون مجهود كبير. وكـ
البندق رافعة قوية. فالضَّغْطة الصغيرة على المقبض تصبح قوة كبي
عند الفكَّيْنْ. ولكن لاقطة قطع السكر ليست قوية. هل تعرف
لماذا؟

تبين الصورة المجاورة آلة بسيطة تسمى «البكَّارة». وهـ
تستعمل لرفع الأشياء الثقيلة. وكلما زاد عدد البَكَرات المستعملة
كانت عملية الرفع أسهل وتحتاج إلى مجهود أقل.

والتروس (فوق) آلات بسيطة تغيرُ السرعة وتساعد على أد
شُغْل. فإذا دار الترس الصغير (٩ أسنان) دورة كاملة واحدة، ف
الترس الكبير (١٨ سناً) يدور نصف دورة فقط. ولكن قوة التدو
للترس الكبير تبلغ ضعف قوة التدوير للترس الصغير.



عند خلع مسمار من قطعة خشبية بهذه الكيفية فإننا نستخدم رافعة. إنها تُسَهِّل أداء الشُّغْلة.



الأجنة رافعة بسيطة أيضاً، فهي نوع من الأسافين.



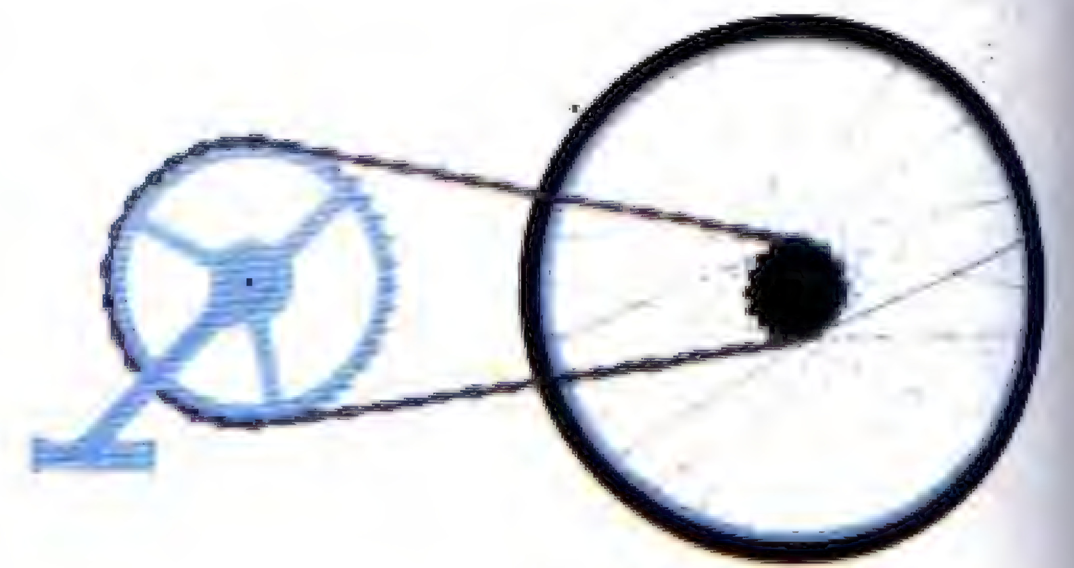
المسمار الملولب (القلاووظ) وهو في الواقع مستوى مائل. فمع استمرار تلفيفه، فإن أسنان اللولب تَشُقُّ طريقها في الخشب.



فتّاحة العلب نوع آخر من الروافع، فالقوة المُسَلَّطة عند طرف الفتاحة أكبر بكثير من القوة التي تسلطها أنت على المقبض.



يمكن استعمال العَتَلة لفتح الصناديق الخشبية. وهي رافعة بسيطة. وكلما طالَتْ يدُ العتلة، زادت القوة المتاحة لك عند طرف التشغيل.



إن دورة واحدة لترس الدراجة الكبير، تجعل الترس الصغير والعجلة بأكملها يدوران بسرعة. وهذا هو السبب في أن الدراجة سريعة الحركة.

## الآلات ليست دائمة الحركة:

حاول الناس طوال عدة قرون أن يصنعوا آلات تعمل إلى الأبد بمجرد بدء تشغيلها، أي صنع آلات دائمة الحركة. ولم يتمكن أحد من صنع مثل هذه الآلة. ويعتقد العلماء أن أحداً لن يتمكن قطُّ من ذلك.



تبين الصورة (فوق) واحدة من أبسط الآلات دائمة الحركة. فمن المفروض أن تجذب الكرةُ المغنطيسيةُ الكبيرة الكرة المعدنية الصغيرة إلى أعلى المنحدَر. وتسقط الكرة الصغيرة من خلال الثقب العلوي. ثم تنفذ من باب صائد (لا رُجُوعي) وتُسحب إلى أعلى مرة أخرى. ولسوء الحظ، فإن مغنطيساً قوياً قوة كافية لجذب الكرة إلى أعلى المنحدر، لن يَدَعَها تسقط من الثقب.



في هذه الآلة (فوق)، يُوضع الطرف السفلي لأنبوبة لولبية في الماء وتُدار العجلة في الأنبوبة اللولبية عند دورانها. ويسقط الماء من أعلى على أرياش العجلة المائية فيديرها. وهذه الآلة لا يمكن أن تشتغل، لأن الاحتكاك يؤدي إلى وقوفها.



كان من المفروض أن تدور هذه العجلة (الصورة المجاورة) دوراناً دائماً، وذلك لأن الكرات المعدنية عند الحافة الخارجية للعجلة لها قوة تدوير أكبر من الكرات الأقرب من المركز. ولكنها لم تشتغل، لأن الكرات يُوازِن بعضُها البعض دائماً.



كان من المفروض أن يُعطي هذا الوعاءُ الغريبُ الشكل (الصورة المجاورة) تدفقاً متواصلاً من الماء. (تم التفكير فيه عام ١٦٨٦). وكانت الفكرة هي أن الضغط تحت الجزء الأوسع من الوعاء يكون أكبر من الضغط تحت الطرف الأصغر. ولكنّ الأمر ليس كذلك، فلم تنجح الفكرة وبالتالي لم يشتغل الوعاء.

# الــرَّادْيُــو

حيثما كنت، يكاد يكون من المؤكد أن هناك موجاتٍ راديوية تمرّ من حولك وخلال جسمك. وهذه الموجات تنتقل بسرعة عالية جداً - هي سرعة الضوء. وفي محطة الإذاعة، تحوَّل الموجات الصوتية الصادرة من الشخص المتحدث إلى موجات راديوية. وهذه الموجات تنتقل خلال الهواء إلى أجهزة الراديو. وتحولها الأجهزة مرة أخرى إلى موجات صوتية يمكن أن نسمعها.

والراديو مهم جداً، ليس فقط لإعطائنا المعلومات وللترفيه عنّا، بل هو مفيد جداً في الاتصال بين السفن والمحطات الساحلية، وبين الطائرات وأبراج المراقبة.





مضخم (أمبليفاير)

موجات صوتية

موجات صوتية أقوى

موجة حاملة وصو

## كيف بدأ الراديو:

من الصعب تحديد الشخص الذي اخترع الراديو. ولكن لعلّ العالِم الألماني هنريش هيرتز كان أول إنسان يحصل على موجات راديوية - في عام ١٨٨٨.

أما الرجل الذي نجح حقيقة في جعل الراديو يشتغل، فكان المخترع الإيطالي جوليلمو ماركوني الذي أجرى غالبية أعماله في إنجلترا. وفي عام ١٨٩٩، قام بإرسال أول إشارة راديو عبر بحر المانش. ثم أدهش الجميع في عام ١٩٠١ عندما نجح في إرسال إشارة راديو عبر المحيط الأطلنطي - لمسافة ٣٢٠٠ كيلومتر تقريباً. وكانت الإشارة هي الحرف S في كود مورس - نقطة - نقطة - نقطة.

لقد استعمل ماركوني الشرارة الكهربائية لإرسال إشارة الراديو، وكل ما يمكن سماعه في الطرف الآخر صوت أزيز. وهذا الصوت بدوره يتحول إلى نقط وشحطات في كود مورس.

وكانت الخطوة التالية في قصة الراديو هي إرسال صوت بشري. وتحقق ذلك عند اختراع صمام الراديو في مطلع القرن العشرين.

وفي الوقت الحالي، يستطيع الناس في جميع أنحاء العالم أن يتحدث بعضهم مع بعض بواسطة الراديو. بل ويقوم العلماء بإرسال إشارات راديوية في الفضاء على أمل أن هناك ناساً على كوكبٍ ما بعيد سيسمعونهم ويفهمونهم.

وبالطبع، فإن الموجات الراديوية تنقل الأصوات والصور لبرامجنا التليفزيونية.

## جميع أنواع الموجات:

تنبعث الموجات الراديوية والموجات الضوئية والموجات الحرارية بنفس السرعة - ٣٠٠٠٠٠ كيلومتر في الثانية. ويعتقد العلماء أنه لا يوجد شيء يمكنه أن ينتقل بسرعة أعلى من هذه الموجات الغامضة. (الموجات الصوتية الصادرة من صوتك أو من آلة موسيقية تنتقل خلال الهواء بسرعة أبطأ بكثير - ٣٤٠ متراً في الثانية فقط).

والموجات الراديوية غير مرئية لنا بالمرة. ولكننا نعرف أن أطوال الموجات مختلفة. (الطول الموجي هو المسافة بين قمتي موجتين متعاقبتين). فبعض الأطوال الموجية قصيرة جداً - طولها بضعة سنتيمترات فقط. وأخرى طويلة جداً - ما يزيد على ٢٠٠٠ متر من موجة إلى موجة.

وتحتاج الموجات الصوتية العادية إلى الهواء لتنتقل خلاله. أما الموجات الراديوية فلا تحتاج إلى هواء. وهذا هو السبب في أننا نستطيع أن نتحدث بالراديو مع رواد الفضاء وهم على القمر. وتنتقل الموجات الراديوية بين الأرض والقمر خلال الفضاء الخارجي حيث لا يوجد هواء.

الموجات الصادرة من الصوت



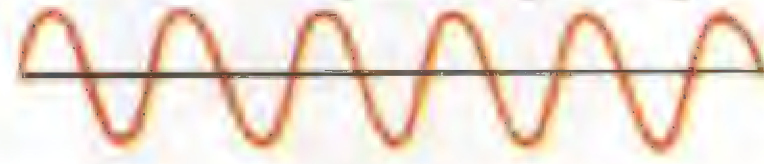
الموجة الحاملة



الموجات الحاملة والصوتية المتراكبة



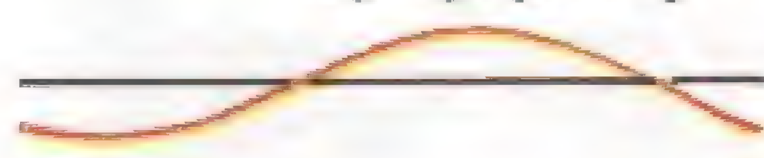
موجات الراديو القصيرة



موجات الراديو المتوسطة



موجات الراديو الطويلة



## الكيفية التي يعمل بها الراديو:

لنفرض أن مذيعاً يقرأ نشرة الأخبار أمام الميكروفون في استوديو الإذاعة. يحوِّل الميكروفون الموجات الصوتية التي يحدثها صوت المذيع إلى موجات كهربائية تسري في كَبْلات. وتُقوَّى (تُضَخَّم) هذه الموجات الكهربائية في غرفة التحكّم.

وفي الوقت نفسه، وبصورة أقوى بكثير، ترسل خلال الكبلات موجات كهربائية عند جهاز الإرسال. وهذه تسمى «موجة حاملة».

وتضاف الموجات الصادرة من صوت المذيع على الموجة الحاملة. وهذه الموجات الكهربائية المتراكبة معاً ترسل على طول كَبْل إلى هوائي (إيريال) إرسال. وتنبعث الموجات الراديوية من الهوائي في جميع الاتجاهات.

الموجات الحاملة والصوتية صارت أقوى

الموجات الحاملة والصوتية متراكبة

موجات راديوية

الموجات الصوتية صارت أقوى

الموجات الصوتية

مكبر صوت

موجات حاملة وصوتية

مفتاح مورس



## كود مورس:

في الأيام المبكرة للراديو، كانت جميع الرسائل تُرسل بواسطة كود مورس. ولقد اخترع هذا الكود الأمريكي صمويل مورس، ولا يزال كود مورس الدولي مستعملاً حتى الآن (تحت).

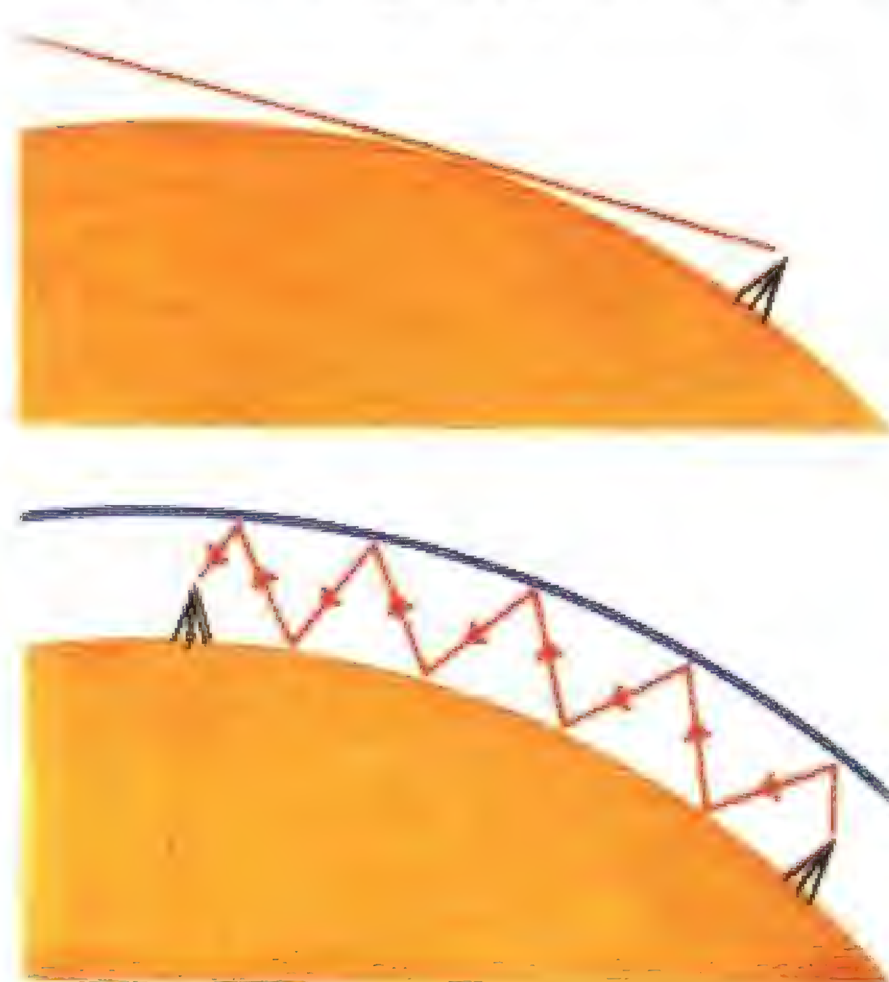
A ·—
B —···
C —·—·
D —··
E ·
F ··—·
G ——·
H ····
I ··
J ·———
K —·—
L ·—··
M ——
N —·
O ———

P ·——·
Q ——·—
R ·—·
S ···
T —
U ··—
V ···—
W ·——
X —··—
Y —·——
Z ——··

## الموجات الراديوية القافزة:

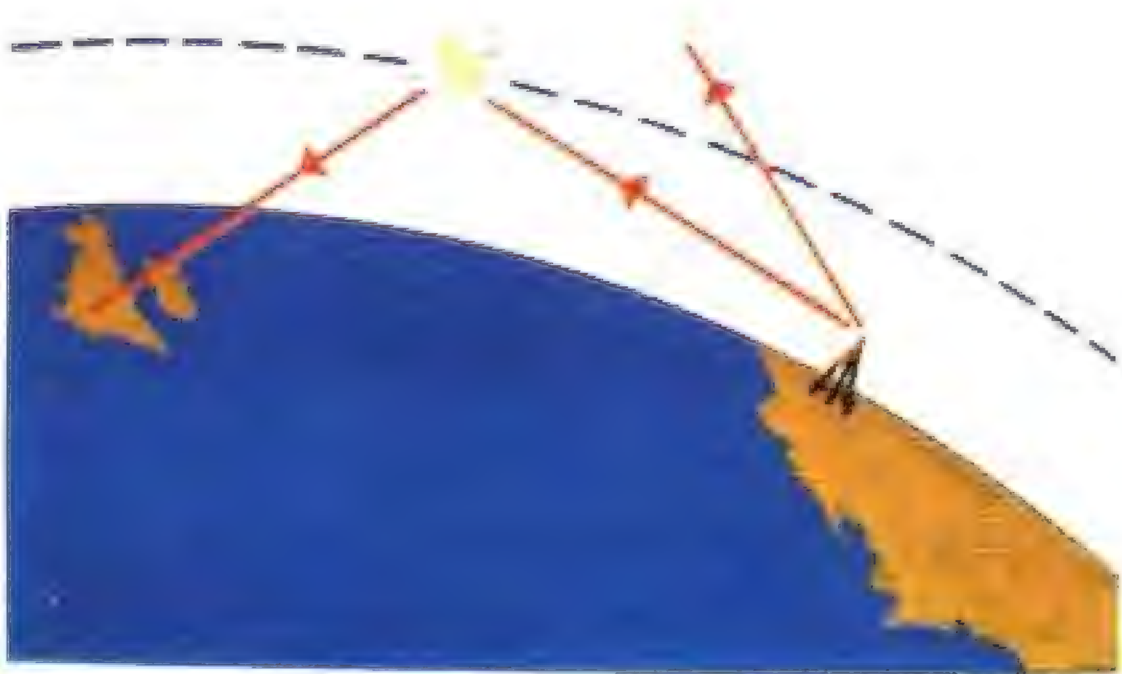
تنتقل الموجات الراديوية في خطوط مستقيمة. فلماذا إذن يمكن لأجهزة الراديو المختفية عن هوائي (إيريال) الإرسال أن تلتقط الموجات؟ إنها تفعل ذلك لأن الموجات الراديوية يمكن أن تقفز وتنعكس على الأشياء، تماماً كما تنعكس الموجات الضوئية على مرآة. وبعض الموجات ينتقل على طول الأرض، ولكن لا يمكن استعمالها عبر مسافات طويلة لأن الكرة الأرضية مقوّسة.

وبعض الموجات ينتقل إلى أعلى حيث يصطدم بمنطقة من الغلاف الجوي تسمى «الأيونوسفير». وهي ترتد من هذه المنطقة الجوية الخاصة عائدة إلى الأرض. ويمكن للموجات الراديوية أن تواصل قفزها إلى أعلى وإلى أسفل حول الكرة الأرضية.



حينما تصدم موجةٌ راديوية الهوائي الخاص بجهاز الراديو لديك، فإنها تبعث تياراً كهربائياً دقيقاً. وهذا التيار ينقل الموجات الحاملة وموجات الميكروفون من صوت الشخص المتحدث. ثم تُضخَّم هذه الموجات مرة أخرى وتسري في سلك إلى مكبر الصوت. ومكبر الصوت يعمل مثل الميكروفون، ولكن بصورة عكسية. فالموجات الكهربائية تجعله يهتز ويحدث موجات صوتية في الهواء. الموجات الصوتية مطابقةٌ لتلك التي أحدثها الشخص المتحدث في الميكروفون.

وكل هذا يحدث في لحظة.



لا ترتد جميع الموجات الصوتية من طبقة الأيونوسفير إلى الأرض. فبعض الموجات القصيرة جداً، كتلك المستعملة للتليفزيون، تواصل مسيرتها خلال الطبقة وتختفي في الفضاء. وإذا أردنا إرسال صورة تليفزيونية عبر المحيط الأطلنطي، فيجب أن نجعلها ترتد إلى الأرض من قمر صناعي خاص فوق المحيط.

# التليفزيون

يعمل التليفزيون بكيفية تشبه الراديو إلى حدٍّ كبير. فهو يستعمل الموجات الراديوية لنقل الصوت والصورة من مكان إلى آخر بدون استعمال أسلاك. وهو يجعلنا نشاهد الأشياء التي تحدث على الجانب الآخر للأرض في نفس لحظة حدوثها.




## الكيفية التي يعمل بها التليفزيون:

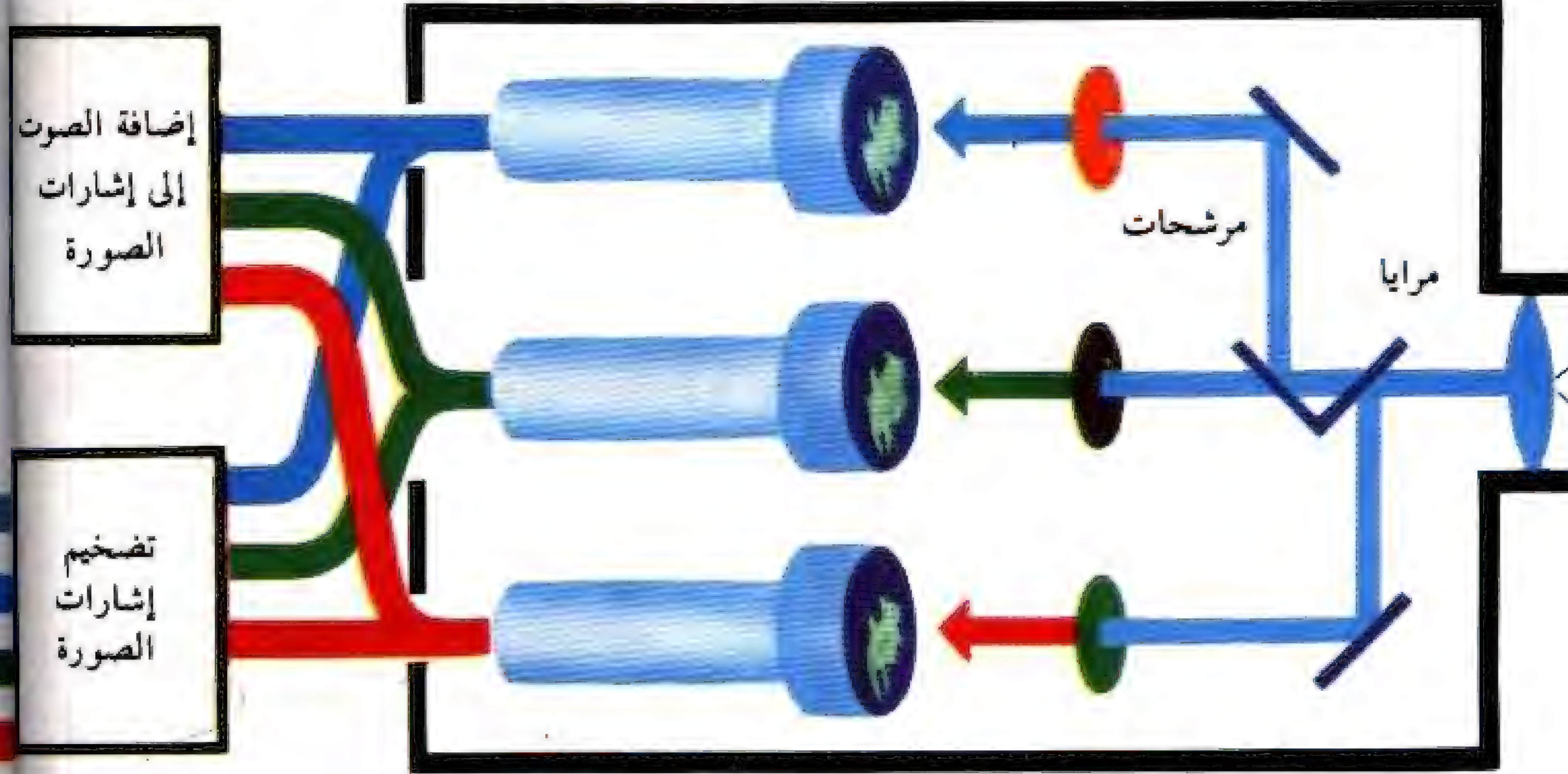
يبدأ التقاط الصور حينما تصوِّر كاميرا خاصة منظراً ما. ويوجِّه المصور في استوديو التليفزيون كاميرته إلى مذيع الأخبار، مثلاً. وتلتقط الكاميرا صورة المذيع وتحوِّلها إلى موجات كهربائية. وتُرسَل هذه الموجات بنفس كيفية إرسال الموجات الراديوية. ويستقبل جهاز التليفزيون في منزلك الموجات الراديوية ويحولها ثانية إلى صورة.

والفيلم التليفزيوني يشبه الفيلم السينمائي، فهو مُقَسَّم إلى عدة صور ساكنة متعاقبة. وهذه الصور الساكنة تتابع بسرعة ٢٥ صورة في الثانية تقريباً، بحيث تشاهد أعيننا منظراً متحركاً.

وتفصل صورة مذيع الأخبار في الكاميرا التليفزيونية إلى الألوان الأولية الثلاثة للضوء، أي الأحمر، والأخضر، والأزرق. ويُرْسَل كل لون ضوئي إلى أنبوبة خاصة في داخل الكاميرا. وهذه الأنابيب تصنع نَمَطاً من شحنة كهربائية عند سقوط الضوء عليها. وتتحرك بسرعة حزمة من الالكترونات في كل أنبوبة فوق نمط الشحنة الكهربائية، ويكون تحركها من اليسار إلى اليمين ومن أعلى إلى أسفل. وهذا يُسمى «المَسْح». فيحدث تدفق من الإشارات الكهربائية، وكل إشارة تُعبِّر عن مدى سطوع أو خُفُوت الضوء في جزء دقيق من الصورة.

ويتم مسح الصورة بأكملها ٢٥ مرة في الثانية. وعلى ذلك ترسل ٢٥ صورة ساكنة في الثانية. وكل صورة من هذه الصور تتكون من ٦٢٥ خطاً منفصلاً تَمَّ مَسْحُهَا. (يمكنك أن تشاهد هذه الخطوط إذا نظرت إلى شاشة التليفزيون عن قرب).

وتُضَخَّم الإشارات الكهربائية وتُرْسَلُ من الهوائي على قمة صارٍ تليفزيوني عالٍ. إنها الآن موجات راديوية.

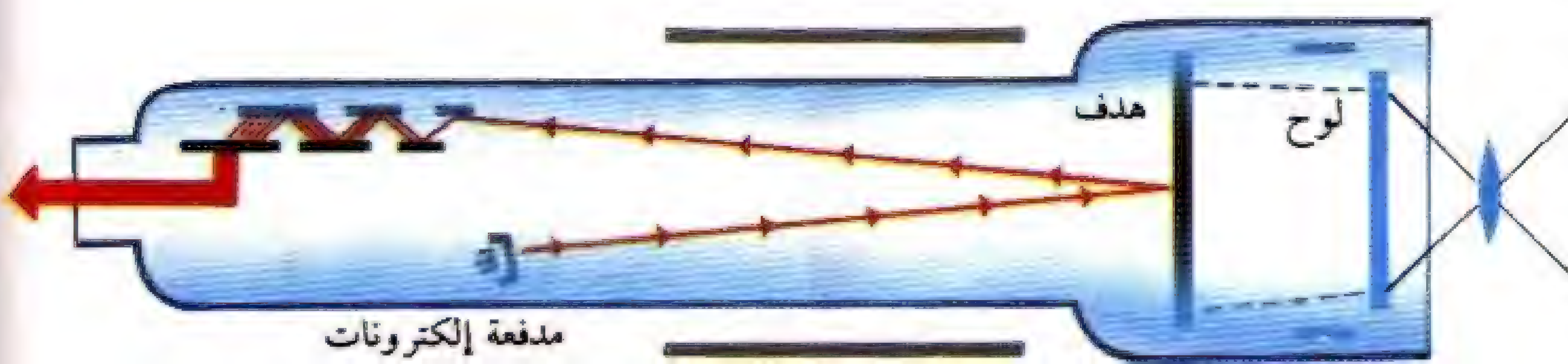





ترسل الصورة إلى عدسة زجاجية في داخل الكاميرا التليفزيونية (فوق). وهناك تُفصل (تقسَّم) بواسطة مرايا ومرشِّحات خاصة إلى ألوان الضوء الأولية الثلاثة، الأحمر والأخضر والأزرق. ويرسل كل لون إلى أنبوبة منفصلة.

تبين الصورة (تحت) إحدى الأنابيب الثلاث. وفي داخل الأنبوبة يسقط الضوء على لوح خاص. وهذا اللوح يُحوِّل الصورة إلى بُقع من الكهرباء. وترسل هذه البقع إلى هدف. وتقوم مدفعة الكترونية بعملية مسح فوق الهدف. وتجمع الحزمة المنعكسة من الإلكترونات وتُضَخَّم قبل خروجها لإرسالها كموجات راديوية.

وتضاف الموجة الصوتية التي تحمل صوت مذيع الأخبار إلى الموجة الحاملة قبل إرسالها للخارج.



## في داخل جهاز التليفزيون:

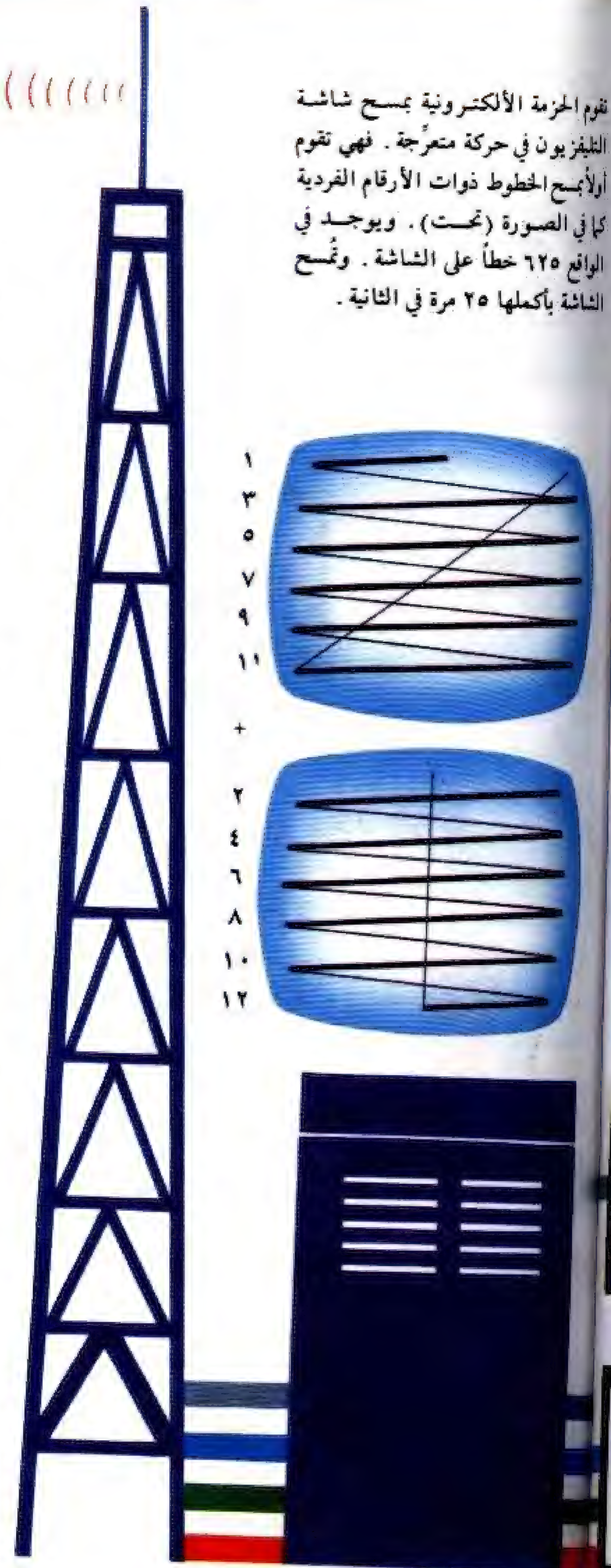
تنطلق الموجات الراديوية الصادرة من هوائي (إيريال) الإرسال التليفزيوني في جميع الاتجاهات. والهوائي الموصَّل بجهاز التليفزيون في منزلك له شكل خاص لالتقاط الموجات. وهذه الموجات تحوَّل مرة أخرى إلى إشارات كهربائية في الهوائي. وتضخَّم الإشارات في جهاز التليفزيون وتُفصل إشارات الصورة عن إشارات الصوت. وهي تشبه جداً الإشارات التي خرجت من الكاميرا والميكروفون في الأستوديو.

## الصورة في جهاز التليفزيون:

ترسل الإشارات الكهربائية للصورة إلى أنبوبة الأشعة الكاثودية، وهي الأنبوبة الزجاجية الكبيرة التي لعلك شاهدتها في الأجهزة التليفزيونية. ومقدمة أنبوبة الأشعة الكاثودية هي «الشاشة» التي تنظر إليها عند مشاهدتك للتليفزيون. وتُصدر مِدْفعة إلكترونات لكل لون حزمة مَسْح. وتتفاوت حُزْمات المسح من حيث قُوَّتها مع تفاوت إشارات الصورة. وهذه الحزمات تصدم الشاشة في مقدمة أنبوبة الأشعة الكاثودية، مُحْدِثة ومضات صغيرة من الضوء الملوَّن عند اصطدامها. وبعض هذه الومضات الدقيقة تكون أكثر سُطُوعاً أو خُفُوتاً من غيرها تبعاً لقوة أو ضعف الحُزْمَات الصادرة من مدفعات الإلكترونات.

## تكون الصورة:

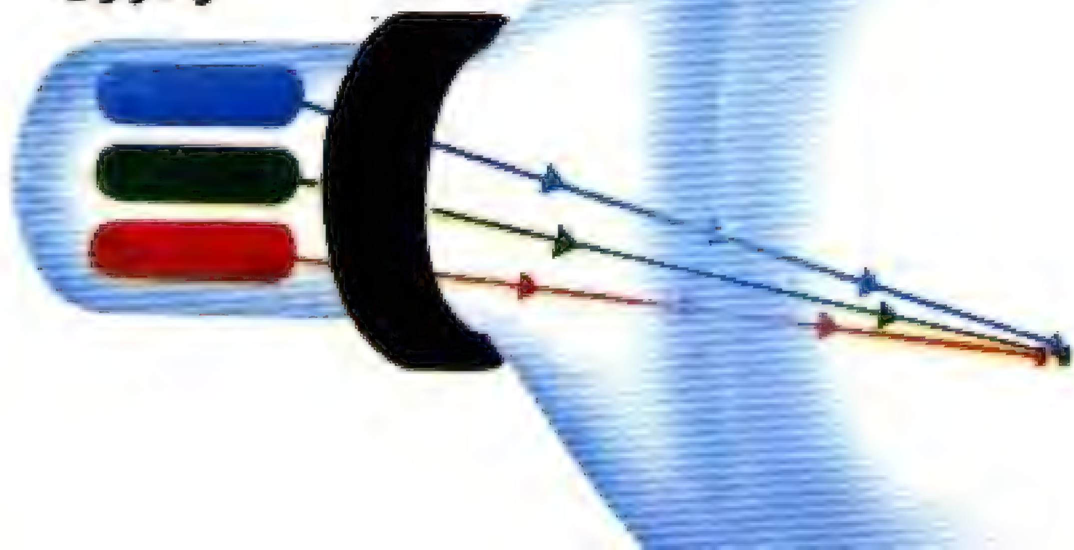
تتحرك الحُزْمَات فوق الشاشة خَطاً بعد خط بسرعة عظيمة جداً. وهي بعملها هذا تكوِّن (تُرَكِّب) الصورة بنفس الكيفية التي فُصِلت بها في الكاميرا التليفزيونية بالأستوديو. وتتكوَّن ٢٥ صورة كاملة في كل ثانية، وعلى ذلك فإن أعيننا تشاهد منظراً متحركاً مثل ذلك الموجود في الأستوديو. وما نشاهده حقيقةً هي صورةٌ مكوَّنةٌ من آلافٍ وآلافٍ ومَضَاتِ الضوء الدقيقة الحمراء والخضراء والزرقاء.




تقوم الحزمة الألكترونية بمسح شاشة التليفزيون في حركة متعرِّجة. فهي تقوم أولاً بمسح الخطوط ذوات الأرقام الفردية كما في الصورة (تحت). ويوجد في الواقع ٦٢٥ خطاً على الشاشة. وتُمسح الشاشة بأكملها ٢٥ مرة في الثانية.



في داخل جهاز التليفزيون تُفصل إشارات الصوت عن إشارات الصورة. وتُحَوَّل إلى أصوات حقيقية في مكبر صوت، كما في جهاز الراديو.



تتكون (تتركب) الصورة الملوَّنة من آلاف الومضات الدقيقة للضوء الأحمر والأخضر والأزرق.

# تَسْجيل الصَّوْت

حتى عام ١٨٧٧ لم يكن أحد قد سمع صوت نفسه كما تسمعه آذان الآخرين. وفي ذلك العام أنشد المخترع الأمريكي توماس أديسون أغنية في أنبوبة. وكان يوجد في طرف الأنبوبة قرص معدني رقيق يهتز أثناء إنشاد أديسون. وكانت هناك إبرة موصلة بالقرص. وهذه الإبرة المهتزة كانت تقطع حزاً متموجاً في أسطوانة أنبوبية دوارة مغطاة برقيقة من القصدير. وكان الحز المتموج في رقيقة القصدير نسخةً من جهارة وطبقة صوت أديسون. وعندما وضع أديسون بوقاً بسيطاً في الأنبوبة وأدار الأسطوانة، تمكن من سماع صوت «مخربش» جداً ينشد نفس الأغنية.

## الجرامفون:

في الفونوغراف المحسّن الذي صنعه أديسون، كانت تستخدم إبرة لقطع حز متموج في أسطوانة شمعية. ثم استبدلت بالأسطوانة الأنبوبية «أسطوانة» مسطحة (وهي «قرص» في الواقع) تشبه كثيراً «الأسطوانات» التي نستعملها حالياً لسماع الموسيقى.

## الأسطوانات الحالية:

تصنع الأسطوانات حالياً من البلاستك الصلد. وبجعل الحزوز دقيقة جداً، فإن الأسطوانات تظل صالحة للاستعمال لفترات أطول بكثير من ذي قبل. وهي تدور ٣٣ لفة في الدقيقة بدلاً من ٧٨ لفة في الأسطوانات القديمة.



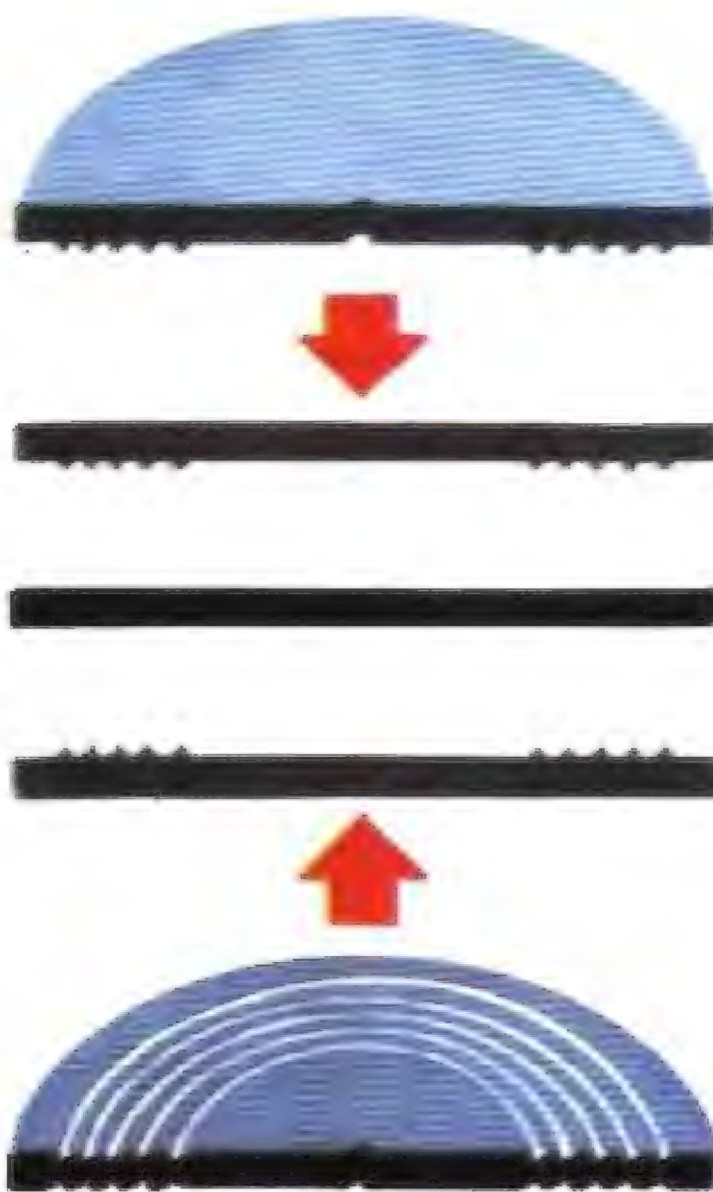
فونوغراف اديسون

## كيفية صنع الأسطوانات:

يتم التقاط الصوت المراد تسجيله على أسطوانة بواسطة ميكروفون. ويحوّل الميكروفون الموجات الهوائية للصوت إلى موجات كهربائية. وترسل هذه الموجات الكهربائية إلى قطعة إسفينية الشكل من الياقوت، فتهتز هذه الياقوتة مثل اهتزاز الصوت الأصلي، قاطعةً بذلك حزاً متموجاً دقيقاً جداً في قرص أملس من البلاستك. وهذا يصبح القرص الرئيسي

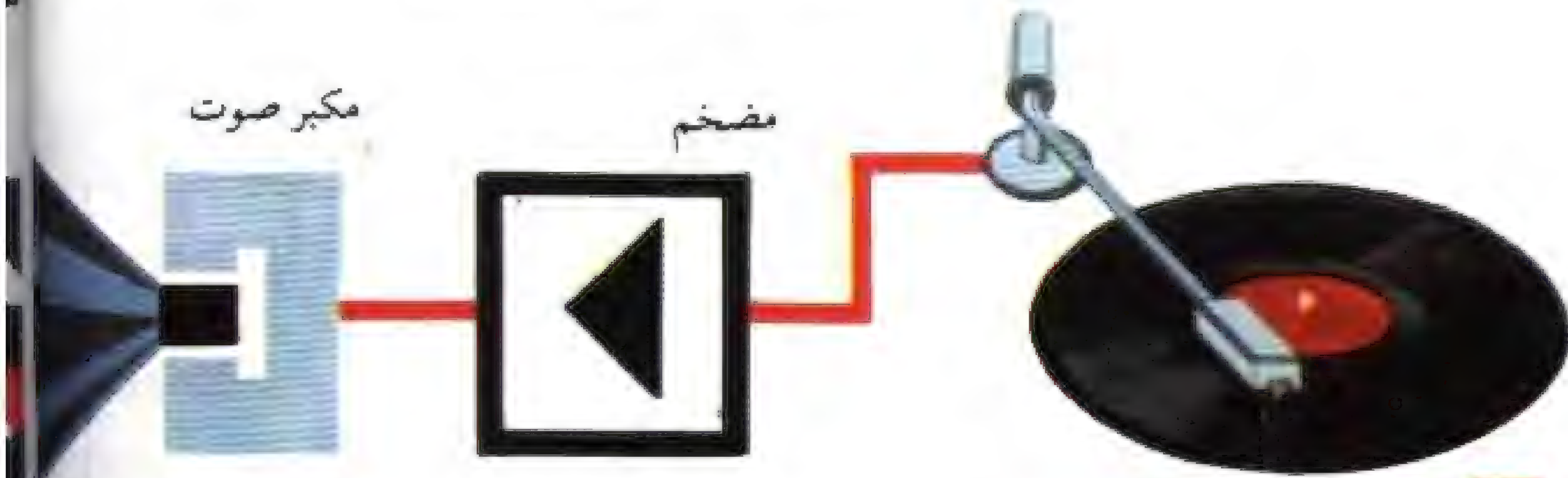
وبعد الانتهاء من التسجيل، يُرَشّ سطح القرص الرئيسي بسائل فضي، ثم يُغطى بطبقة رقيقة من النيكل. وعند تقشير طبقة (فيلم) النيكل، فإنها تكون طبعة طبق الأصل للحزوز الموجودة في القرص الرئيسي، إلا أنها تكون محتوية على بروزات بدلاً من الحزوز.

ويُستعمل هذا القرص في صنع قرص آخر مثل الرئيسي، إلا أنه يكون أمتن وأكثر تحملاً منه. ومن هذا القرص تصنع عدة أقراص معدنية تسمى «الأختام». وتحتوي هذه الأقراص على بروزات بدلاً من الحزوز. وهي تستعمل لختم آلاف من «الأسطوانات» التي نستعملها. ويجري ذلك بوضع قرص أملس من البلاستك بين وجهي قرصين معدنيين منها، ويُسلَّط ضغط وحرارة على هذا «القالب» في مكبس كبير، فتنطبع الحزوز في وجهي القرص الأملس ونحصل على الأسطوانة.



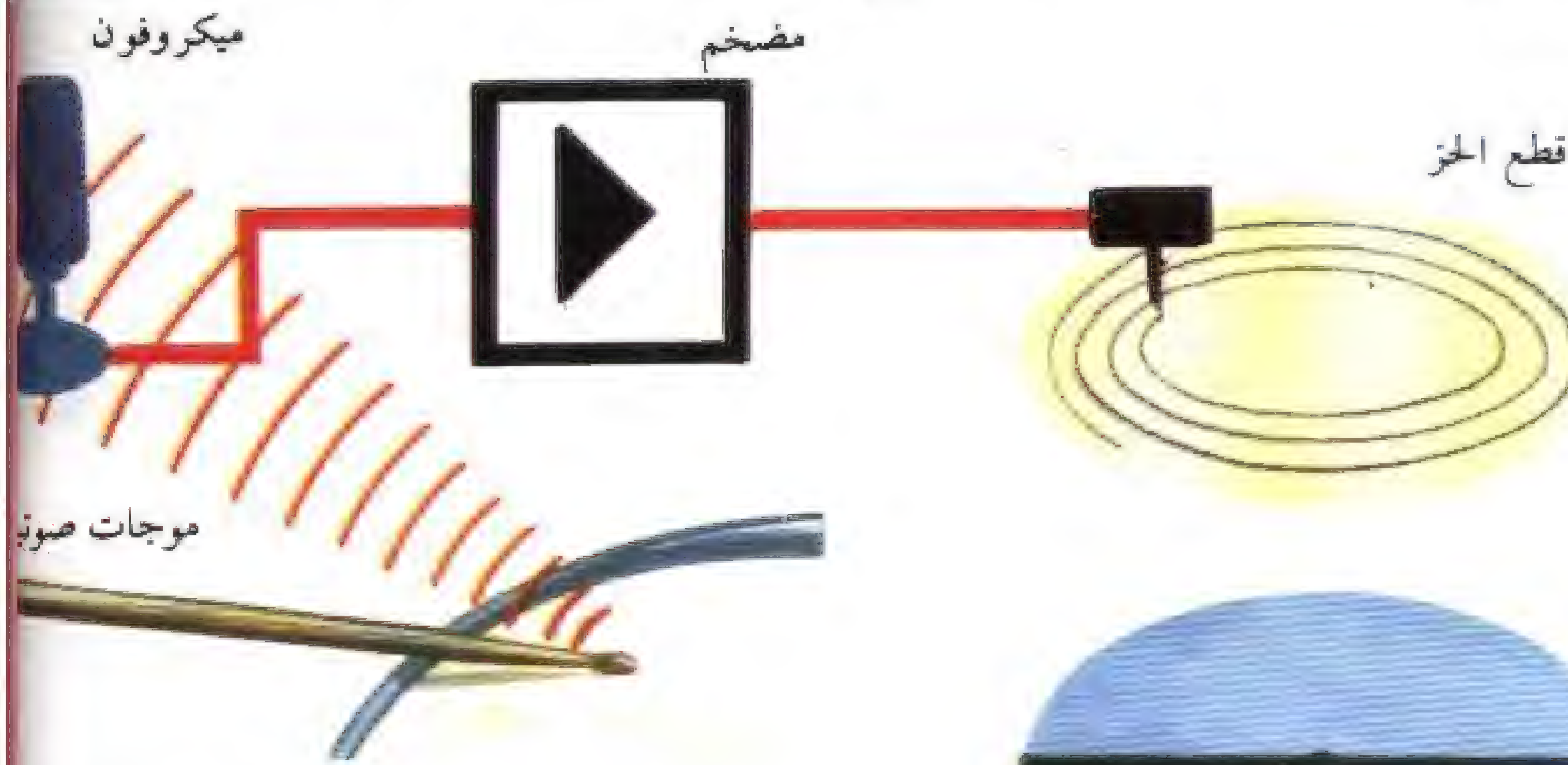
### ما هو «الهاي - فاي»؟

عندما يعزف فنان نغمة موسيقية على الكمان (الكمنجة) فإنه يحدث اهتزازات في الهواء. وكلما زاد عدد الاهتزازات، أو الدورات، في كل ثانية، زادت طبقة النغمة. وعدد الاهتزازات في الثانية يسمى «تردد النغمة». ويرسل كذلك الكمان اهتزازات أضعف عند ترددات أخرى. ويمكن لأذن أن تلتقط أصواتاً ذات ترددات من ١٦ دورة (سايكل) إلى ٢٠٠٠٠ دورة في الثانية. ونظام الهاي - فاي (وهي اختصار للكلمتين الإنجليزيتين High-Fidelity) الجيد يجب أن يغطي هذا المدى للحصول على استقبال مثالي.




يمكن أن يَصدُرَ الصوتُ الموسيقي بصورة أفضل إذا استُعمِل ميكروفونان للتسجيل ومكبّرا صوت للاستماع. وتحتوي الأسطوانات الإستريو على حافتين متموجتين على جانبي حُزُوزها. وعند مرور طرف الإبرة الماسي أو الياقوتي على طول الحزوز، فإن الطرف يُغَذّي صوتين منفصلين إلى مضخمين ومكبري صوت مختلفين. وهذا يعطي صوتاً مُجَسّماً (إستريوفوني).



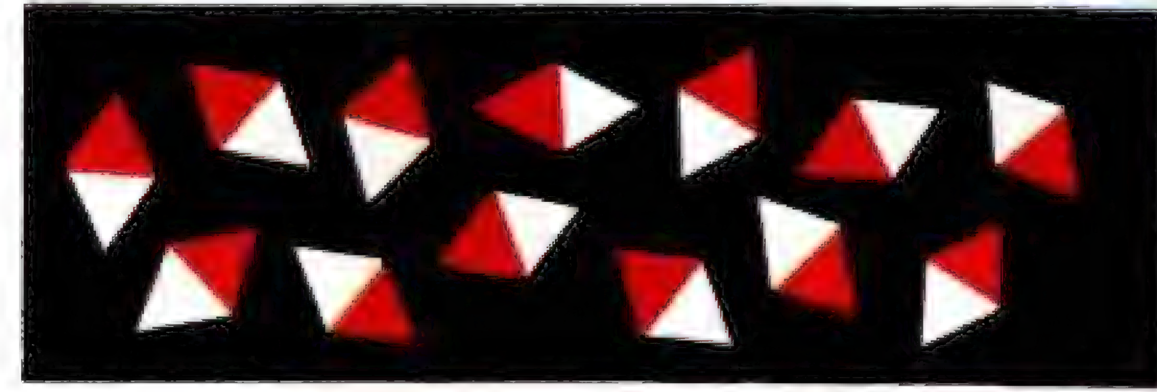




## الأسطوانة الاستريو:

لصنع أسطوانة استريو (مجسمة الصوت)، يُصنع شريطا تسجيل منفصلان للصوت الصادر من كل جانب من جانبي الفرقة الموسيقية. وكل من هذين التسجيلين يُقطع على هيئة خطوط متموجة على أحد جانبي نفس الحز في الأسطوانة (انظر فوق).

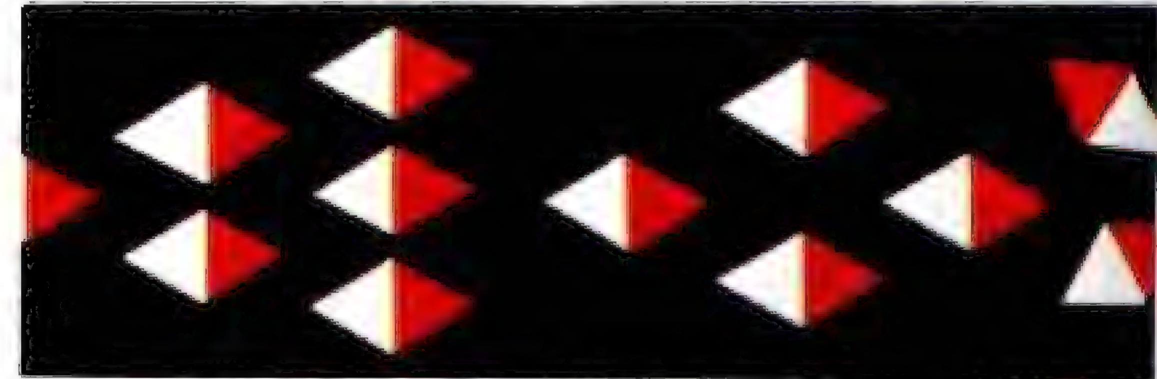
## تسجيل الصوت على شريط:

في أجهزة التسجيل الشريطية، يستعمل مغنطيس لتسجيل الصوت على شريط طويل من البلاستك. والشريط مغلّف بجسيمات مغنطيسية دقيقة. ولعمل تسجيل لصوتنا، فإننا نتحدث في ميكروفون. وهو يحوّل صوتنا إلى إشارات كهربائية. وترسل هذه



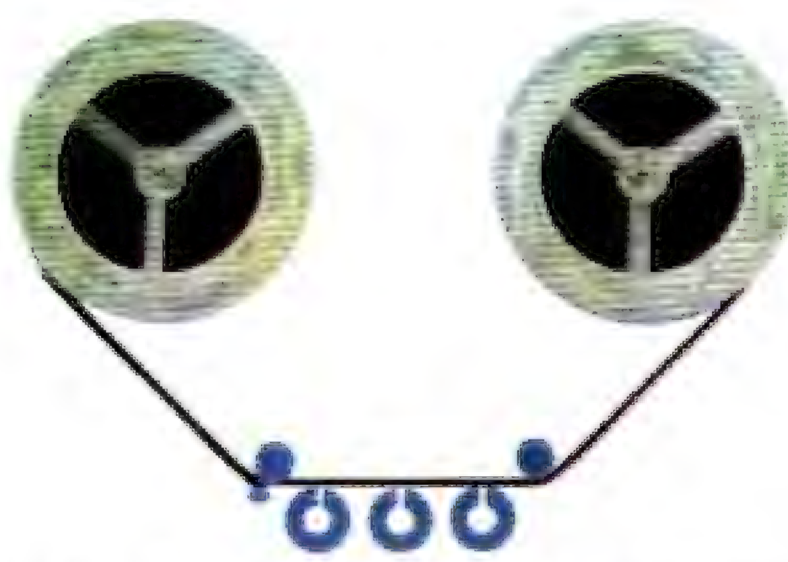
الجسيمات المغنطيسية في الشريط قبل التسجيل.

الجسيمات المغنطيسية بعد التسجيل.





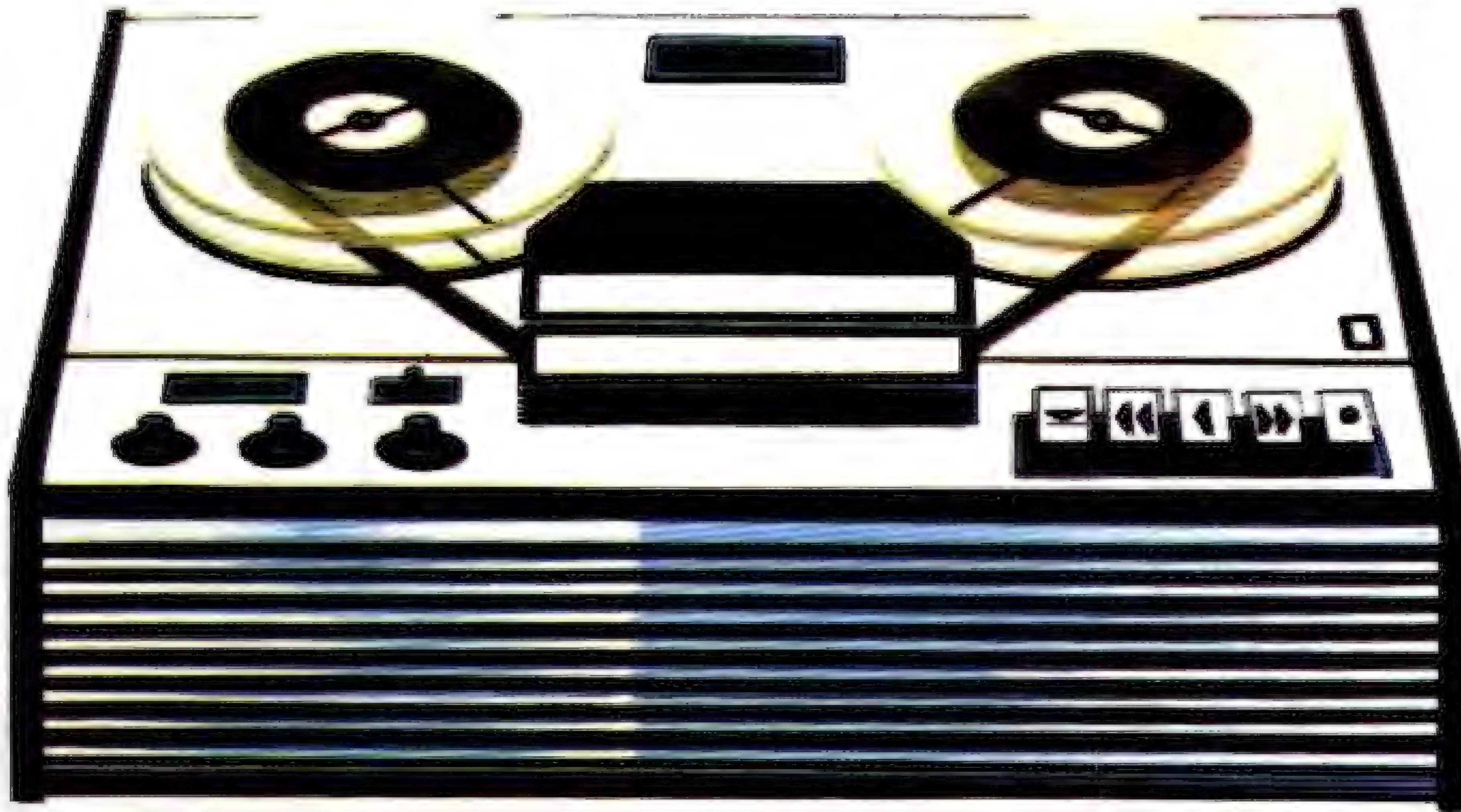

الإشارات خلال ملف من السلك ملفوف حول مغنطيس حلقي الشكل. وتوجد ثغرة دقيقة في دائرة المغنطيس. ويتولد مجال مغنطيسي بتباين مع تباين صوتك علواً وخفوتاً، عبر تلك الثغرة. ومع دوران الشريط عابراً الثغرة يعاد ترتيب الجسيمات المغنطيسية في الشريط. فتصبح مرتبةً في نظام يتحكم فيه صوتك، وبذلك يسجل صوتك على الشريط.



مع تلفيف الشريط من إحدى البكرتين إلى الأخرى، فإنه يمر قريباً من المغنطيسات، أو ما يسمى «الرؤوس».

تزود بعض أجهزة التسجيل بثلاثة رؤوس ـ أحدها للتسجيل، والثاني للاستماع، والثالث لمسح التسجيل من الشريط.

وعند الاستماع إلى التسجيل، فإن الشريط المسجل عليه صوتك يمر قريباً من رأس الاستماع. وتولّد المغنطيسات الدقيقة في الشريط، والتي تحمل صوتك، مجالاً مغنطيسياً في رأس الاستماع. وهذا المجال المغنطيسي المتغيّر يولد تياراً كهربائياً صغيراً في ملف. ويُضَخَّم التيار مُشَغِّلاً مكبر صوتٍ ويسمع حديثك من مكبر الصوت.





ميكروفون

شريط بسكّة (تراك) واحدة

شريط بسكتين

شريط بأربع سكك

## الأصوات على الفيلم السينمائي:

تستعمل طريقة أخرى لتسجيل الصوت على الأفلام السينمائية. فالأفلام التي تعرض من خلال جهاز عرض الصور المتحركة يكون لها «سكة» أو «هامش» (تراك) على طول إحدى حافتي الفيلم. (أنظر الصورة المجاورة). ويوجد نوعان من هامش الصوت، ولكن كليهما يعمل بنفس الكيفية تقريباً. فهما يعملان بتسليط ضوء ساطع من خلال حافة الفيلم. والصورة المجاورة العليا تحوي خطوطاً فاتحة وأخرى داكنة على طول هامش الصوت. وهذه الخطوط تُناظر الموجات الصوتية الأصلية. والفيلم السفلي يحوي شريطاً أسود متموجاً على حافته. وهذا أيضاً يناظر الموجات الصوتية الأصلية.

وعند عرض الفيلم، يُسلط ضوء ساطع قوي من خلال هامش الصوت. ومقدار الضوء المار من خلال الفيلم يتوقف على نمط هامش الصوت. وهذا النمط الضوئي المتغير يُسقط على «خلية كهرضوئية». وعند سقوط الضوء الساطع عليها، يسري تيار كهربائي. وتتوقف شدة التيار على مقدار سطوع الضوء عليها. وعلى ذلك فإن الضوء الساطع





المتباين من خلال هامش الصوت يمكنه أن يولد تياراً كهربائياً متبايناً. ويُضخم هذا الصوت ثم يُغذى في مكبر صوت، فتسمع الحوار المسجَّل على الفيلم. وحيث أن الصوت مسجل على نفس الفيلم السينمائي، فيجب أن يتوافق الصوت مع الصور دائماً.

وللخلايا الكهرضوئية استعمالات عديدة أخرى، ويمكنها أن تفوق حساسية العين البشرية بكثير. فالأبواب التي تتفتح ذاتياً حين تمشي متجهاً إليها، إنما تُشغلها خلايا كهرضوئية. تسقط حزمة ضوء ساطعة على خلية. وعندما تمشي أنت عبر الحزمة، يُقطع التيار الكهربائي في دائرة الخلية. وتكون دائرة الخلية مزودة بمغنطيس كهربائي خاص يفصل عادةً بين نقطتي تلامس. ولكن عند انقطاع التيار تتلامس النقطتان، وهذا يؤدي إلى تشغيل موتور كهربائي بفتح الباب.

والخلايا الكهرضوئية تُشغِّل أجراس الإنذار، وتضيء وتطفىء أضواء الشوارع، وتقيس مقدار الضوء المار في الكاميرا وتضبط عدستها. وهي تستعمل كذلك في الأقمار الصناعية لتستمد القدرة من الشمس.

# من الألياف إلى القماش

تصنع معظم الأقمشة التي نرتديها من خيوط رفيعة (شعيرات). وتفتل هذه الخيوط الرفيعة معاً لإنتاج خيوط الغَزْل (الغُزُول) الطويلة. وعملية برم الخيوط معاً تسمى «الغزل». ثم يصنع القماش من خيوط الغزل المبرومة، بواسطة «النَّسج» أو «الحبْك» (التريكو).




**الصوف:**

تأتي معظم أصواف العالم من أستراليا. وأغنام «المارينو»، مثل المبين في الصورة (١) تعطي أثقل الفروات، (جزّات الصوف). ولعلك شاهدت صوراً لأغنام يقوم العمال بجز (قصّ) صوفها بواسطة مقصات كهربائية. والعامل الماهر يمكنه أن يجز فروة خروف في دقيقة واحدة تقريباً.

ويجب تنظيف وتمشيط الصوف المأخوذ من الأغنام قبل غزله إلى خيوط صوفية.

**الكتان:**

الكتان ألياف دقيقة ناعمة مستخرجة من سيقان نبات الكتان (٢). وهذا النبات ينمو في الأجواء الرطبة ذات البرودة المعتدلة. ولقد كان الكتان يُغزل وينسج إلى قماش قبل القطن بزمن طويل. وكان قدماء المصريين يغلفون الموميات به. ومعظمه يستعمل حالياً لصنع الفوط والمفارش التيلية للموائد.

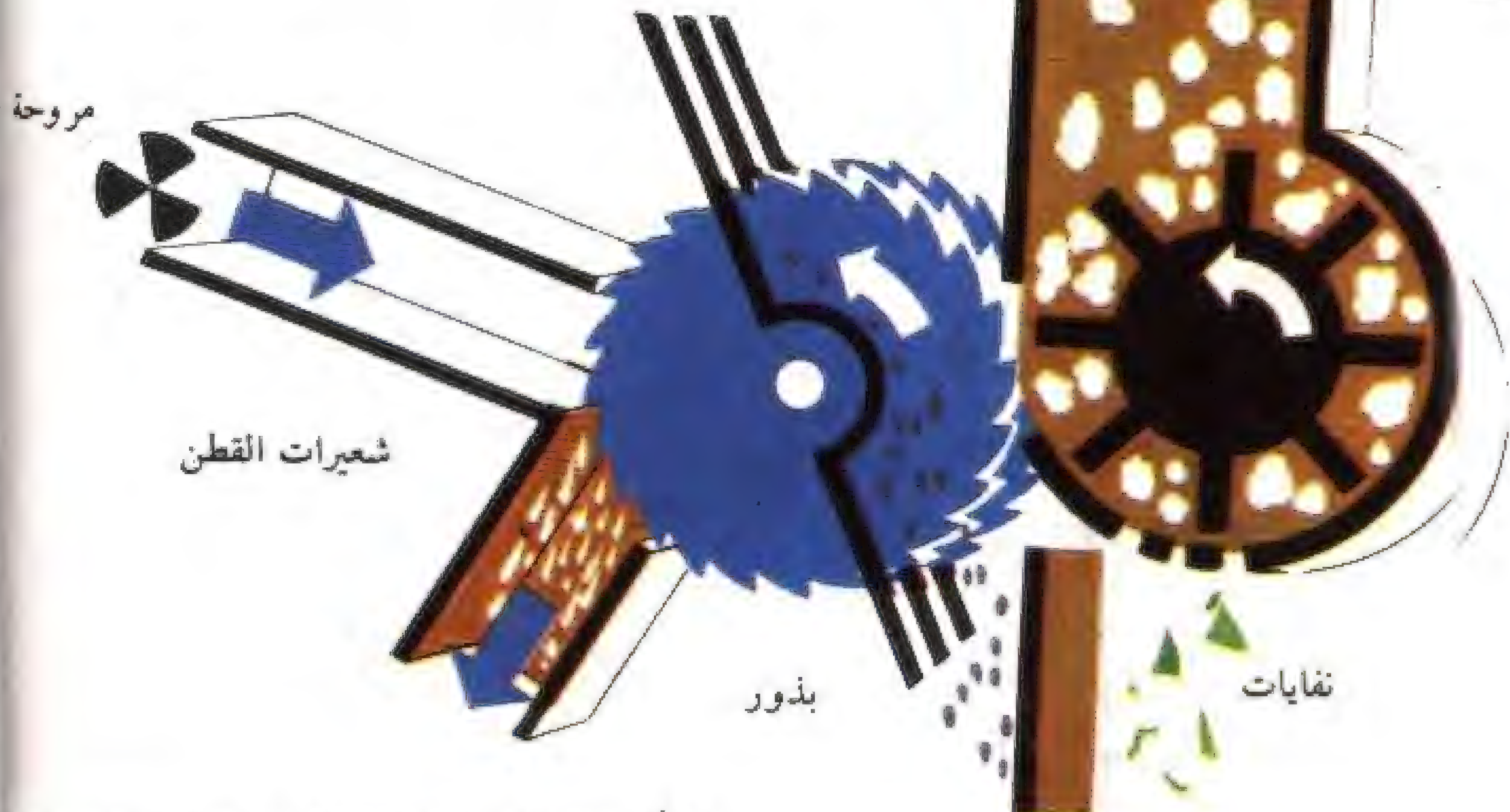
**الحرير:**

نحصل على الحرير الطبيعي من شرنقة (٣) دودة القز (٤). وتتغذى دودة القز على ورق العنب. وحينما تقوم دودة القز بصنع شرنقتها، فإنها تغزل خيطاً رفيعاً جداً يخرج من فمها، وتظل تلقفه حتى يبلغ طوله نحو ٥٠٠ متر.

واستعمال الحرير الطبيعي حالياً أقل بكثير من استعماله في الماضي. ويمكن صنع مواد الحرير الصناعي، مثل النايلون، بتكلفة أقل بكثير من الحرير الطبيعي.

**وبر الجمل:**

هو الشَّعْر المأخوذ من الجمال (٥). يتفاوت لونه الطبيعي بين الأصفر الداكن والبني الداكن، ويشبه إلى حد كبير شعر الصوف الطبيعي من حيث الملمس. وتصنع بعض أنواع الأقمشة الفاخرة من سلالات معينة للجمل ذي السنامين.



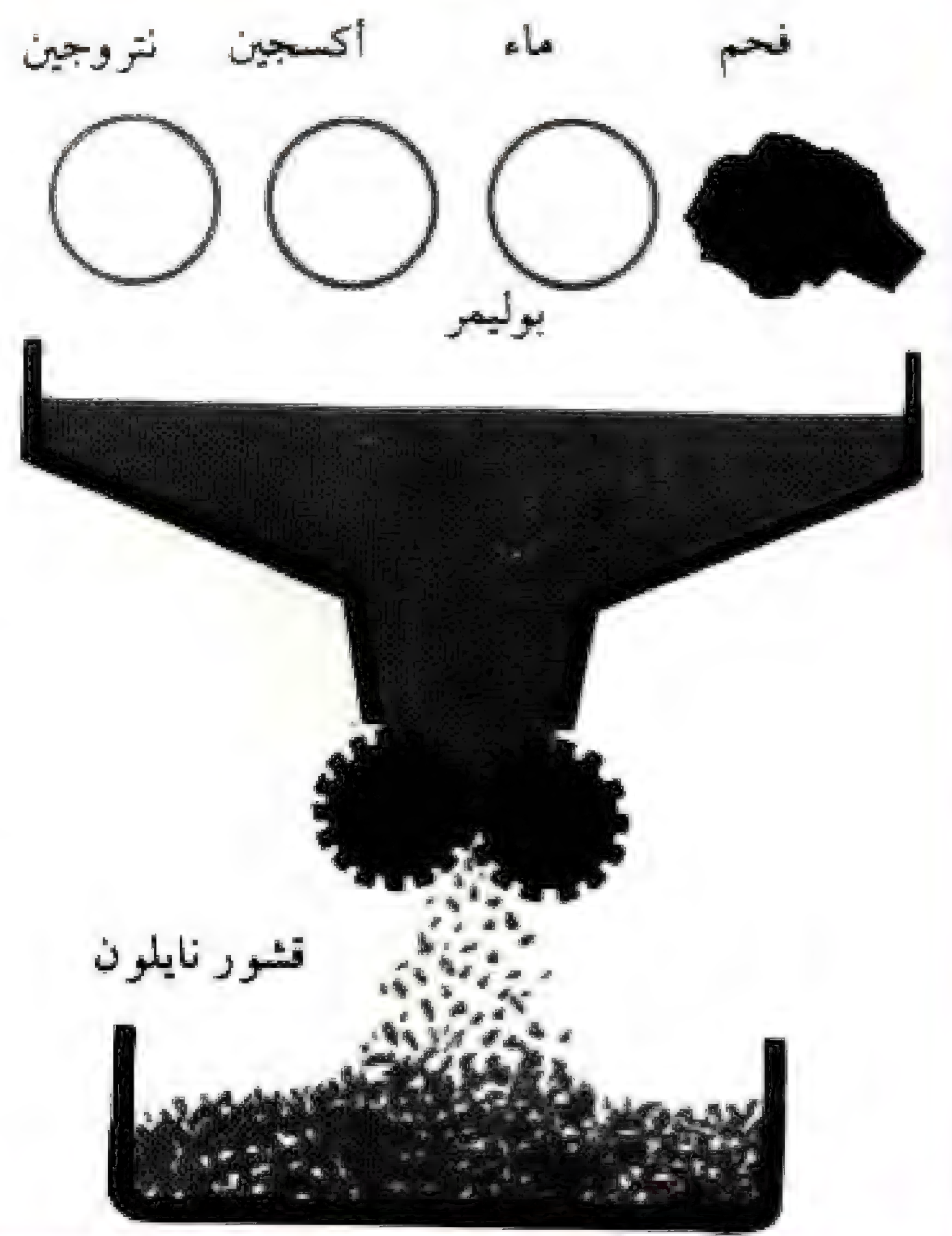

**القطن:**

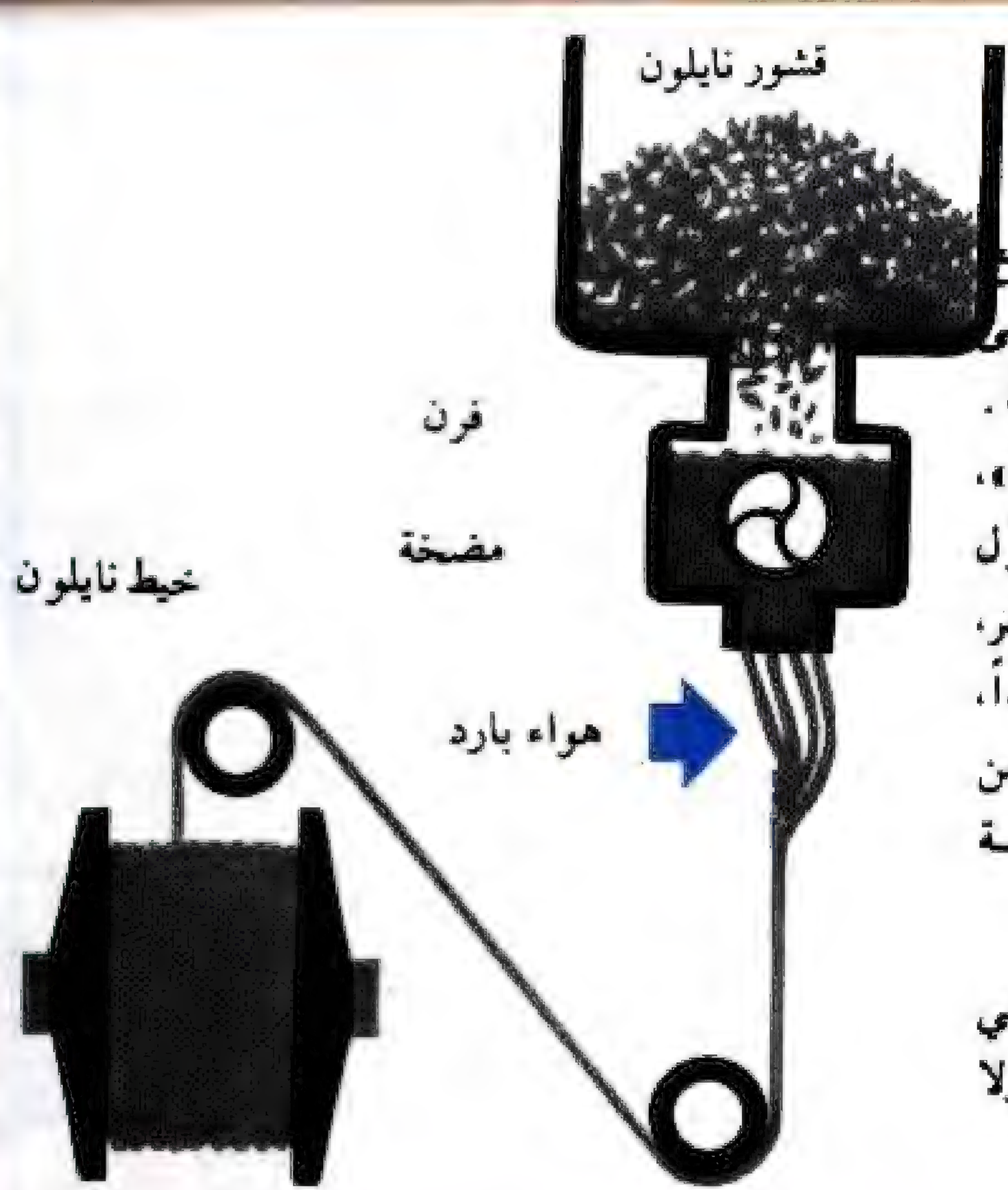
القطن مادة بيضاء ناعمة الملمس تحيط ببذور نبات القطن (٦). وينمو النبات في البلاد الدافئة مثل مصر والولايات الجنوبية في أمريكا. وتستخدم حالياً في المناطق الشاسعة لزراعة القطن آلات كبيرة لجني نورات القطن. وترسل النورات إلى مكنة تسمى آلة الحَلْج (فوق) لفصل الشعيرات عن بذور القطن. وتستخدم آلات أخرى لتنظيف الشعيرات وتجهيزها لعملية الغزل.

## القماش من الكيماويات:

تصنع معظم الأقمشة حالياً من مواد كيميائية. وتنتج الألياف. بخلط الكيماويات وتحويلها إلى لدائن تسمى «البوليمرات». ثم تسحب البوليمرات إلى خيوط طويلة. والنايلون هو أحد هذه الألياف «الصناعية» أو «التخليقية»، ويمكن صنعه من الفحم مع مواد كيميائية أخرى. وتحوَّل الخلطة الكيميائية إلى قشور نايلون. وهذه القشور تصهر، ويُدفع النايلون السائل من خلال ثقوب صغيرة جداً، للحصول على خيوط طويلة تُزاد صلادتها بواسطة تيار من الهواء البارد. ثم تلف الخيوط على بكرة لصنع الأقمشة منها.

والألياف الصناعية أمتن من الألياف الطبيعية. وهي أكثر مقاومة للبلى، وصامدة للماء (ووتر بروف)، ولا تتكرمش بسهولة. ولكن من الصعب صباغتها.

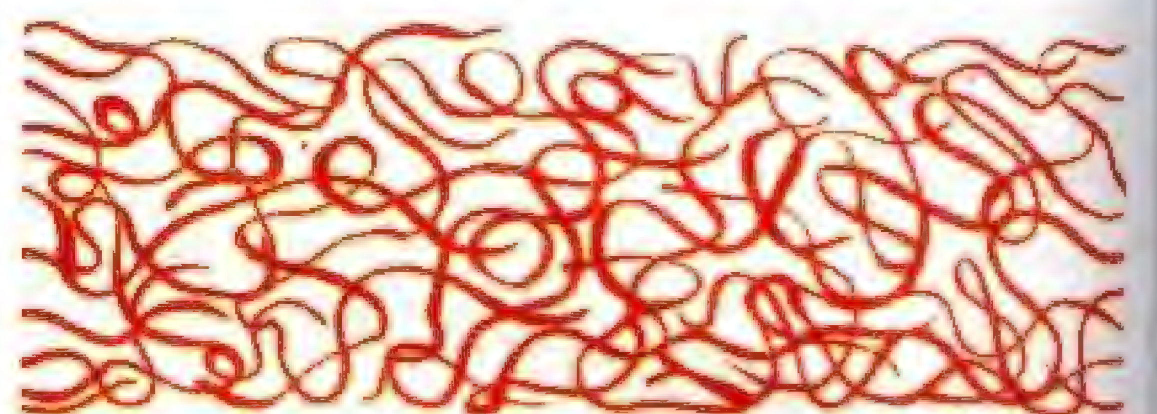


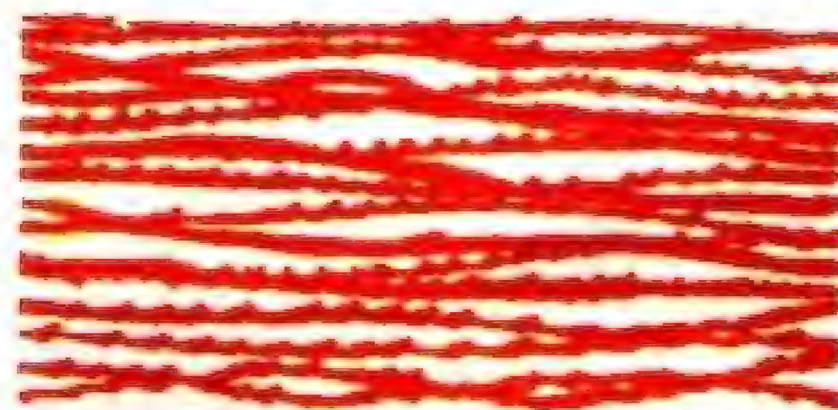

## فك خيوط شرنقة الحرير:

رأينا في الصفحة المقابلة كيف أننا نحصل على الحرير الطبيعي من شرنقة دودة القز. وفكّ هذا الخيط الرفيع جداً عملية تحتاج إلى عناية شديدة. توضع شرانق في ماء ساخن لصهر الصمغ الذي يلصق الخيوط معاً. ثم تسحب الخيوط من عدة شرانق معاً وتُبرم. وبعد ذلك يُلَفُّ الحرير على إطار (هيكل).

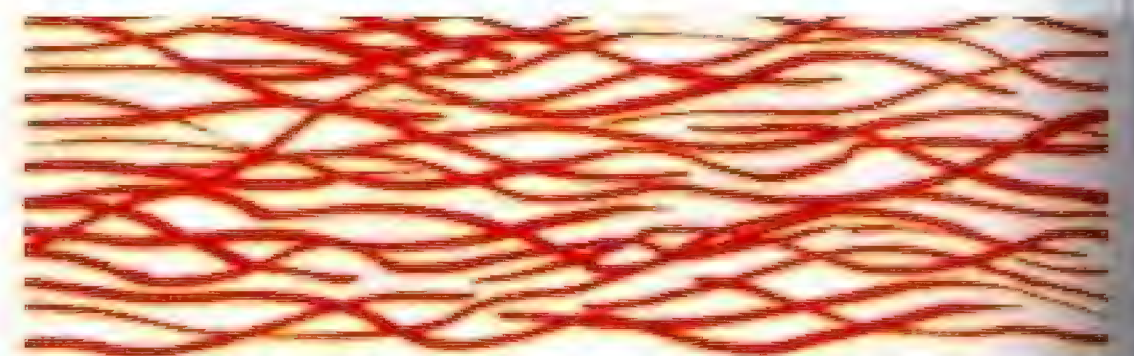


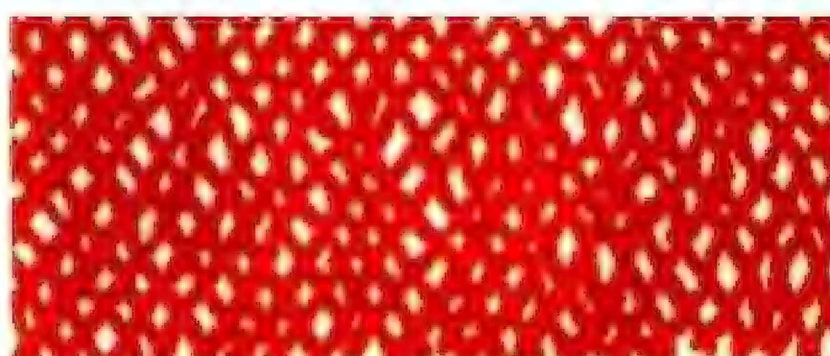
إذا نظرت إلى خيوط الغزل الصوفية من خلال ميكروسكوب، فسترى أن الألياف جميعاً متشابكة معاً (فوق).



إن الحرير والألياف الصناعية (التي من صنع الإنسان) هي وحدها التي تكون لها خصلات طويلة متواصلة مثل تلك المبينة (فوق).



لصنع ما يسمى «الخيط الممشّط»، تجرى عملية تمشيط وفَرْد على ألياف الصوف (فوق). والقماش المصنوع من الصوف الممشّط أمتن من المصنوع من الصوف العادي.



تتكون الألياف الطبيعية، مثل القطن والصوف، من خصلات قصيرة، وهي تبرم معاً كما هو مبين (فوق).

المادة الخام

كَرْد (تسريح)

تمشيط

برم نهائي

غزل

## الكيفية التي تصنع بها خيوط الغزل من الألياف:

يجب تجهيز القطن أو الصوف الخام لإجراء عملية الغزل عليه. وهو يرسل أولاً إلى «آلة كَرْد» من أجل تسريح الألياف وموازاتها، وفصل الشوائب والألياف القصيرة منها. ثم تُمَشَّط الألياف بواسطة آلة أخرى قبل إرسالها إلى آلة برم نهائي، وفيها تُسحب الألياف الممشطة قبل إجراء عملية الغزل عليها.

# الغـزل والنسيج

لم يكن الإنسان المبكر يعرف كيف يصنع القماش. وكان يرتدي الفراء وجلود الحيوانات. ولا يزال بعضنا يرتدي ملابس مصنوعة من الفرو والجلد، ولكن معظم أقمشتنا الحالية تصنع من خيوط غزل طويلة على آلات نسج أو آلات حَبْك. ونحن نسمي هذه الأقمشة «منسوجات».

وكان على الانسان المبكر أن يتعلم كيف يغزل قبل أن ينسج الأقمشة.



كـان دولاب الغـزل يستخـدم لصنـع الخيـوط. والـدولاب المبين هنا مزود بـدواسة قـدم لتدويره.

دولاب الغزل ذو الدَّواسة




تتكون كل الألياف الطبيعية من كتل من الألياف القصيرة. ويبلـغ طول هذه الألياف عادةً من ٥ إلى ٧ سنتيمتـرات. وهي أقصر وأضعف من أن تُنسج إلى قماش. لذلك يجب سحب عدة ألياف وبَرْمها معاً، للحصول على خيط طويل يصلح لنسج الأقمشة على نول أو آلة حبك. وعملية السحب والبرم تسمى «الغَزْل».




المردن والمغزل لغزل الخيوط من الصوف الخام والكتان والقطن، وعملية الغزل هذه بدأت منذ العام ١٠٠٠ق. م.

## المردن والمغزل:

في الغزل اليدوي المبكر، كان القطن أو الصوف الخام يُلفّ حول عصا تسمى «المِردن». وكانت تُسحب منه ندفة من الخامة وتُغذّى باليد إلى مغزل يُلفَّف يدوياً باستمرار لبرم خيط الغزل. ثم يُلف الخيط على بكرة بالمغزل أيضاً.

## دولاب الغزل:

بعد مضي فترة من الزمن، أصبح المغـزل يُلَفَّف بواسطـة دولاب غزل. وكانت دواليب الغزل الأولى تظل دوَّارة عن طريق دفعها باليد اليمنى. ثم اختُرعت دوَّاسة القدم فأصبح الشخص القائم بالغزل حر اليدين.

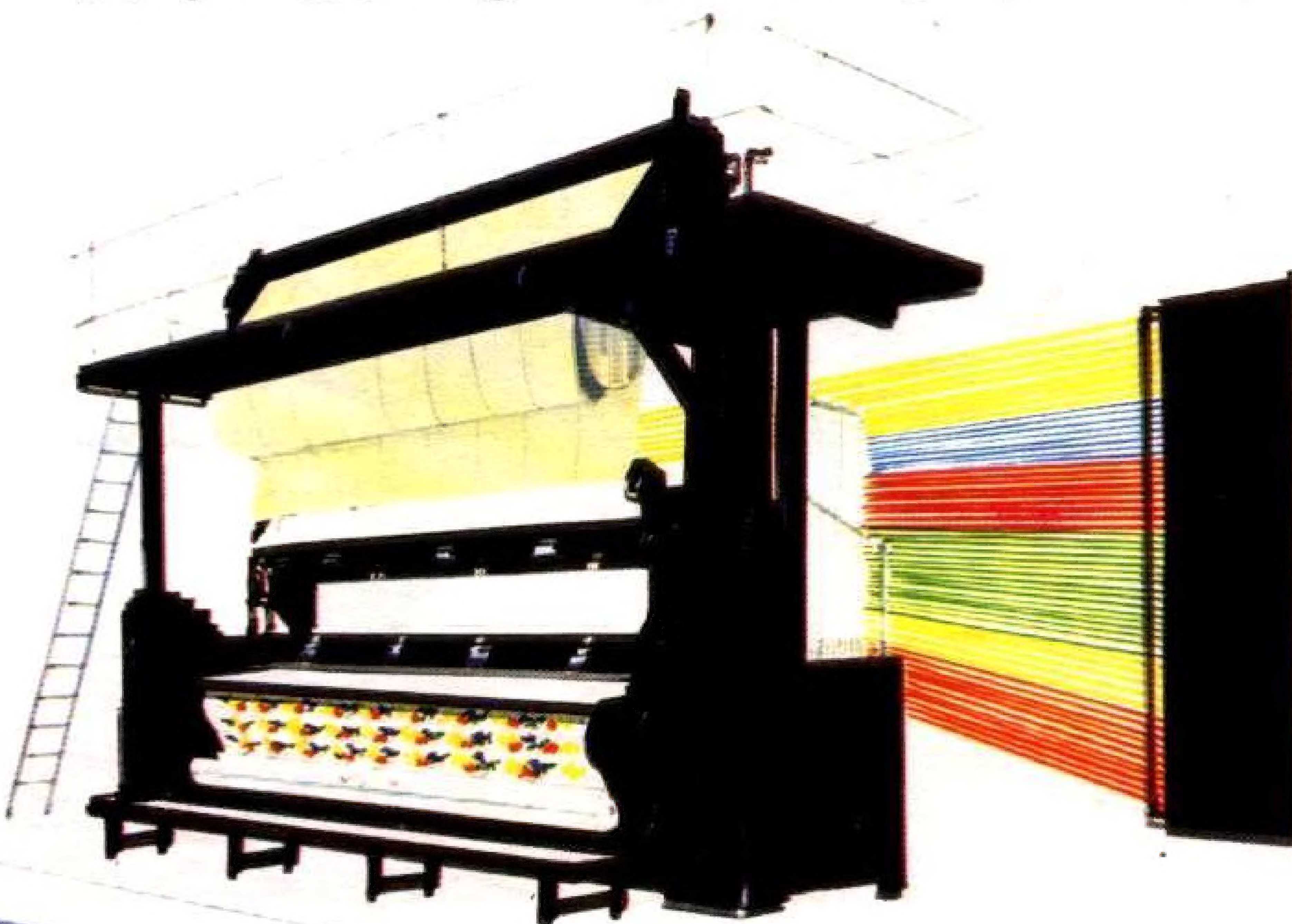
## الغزل الآلي:

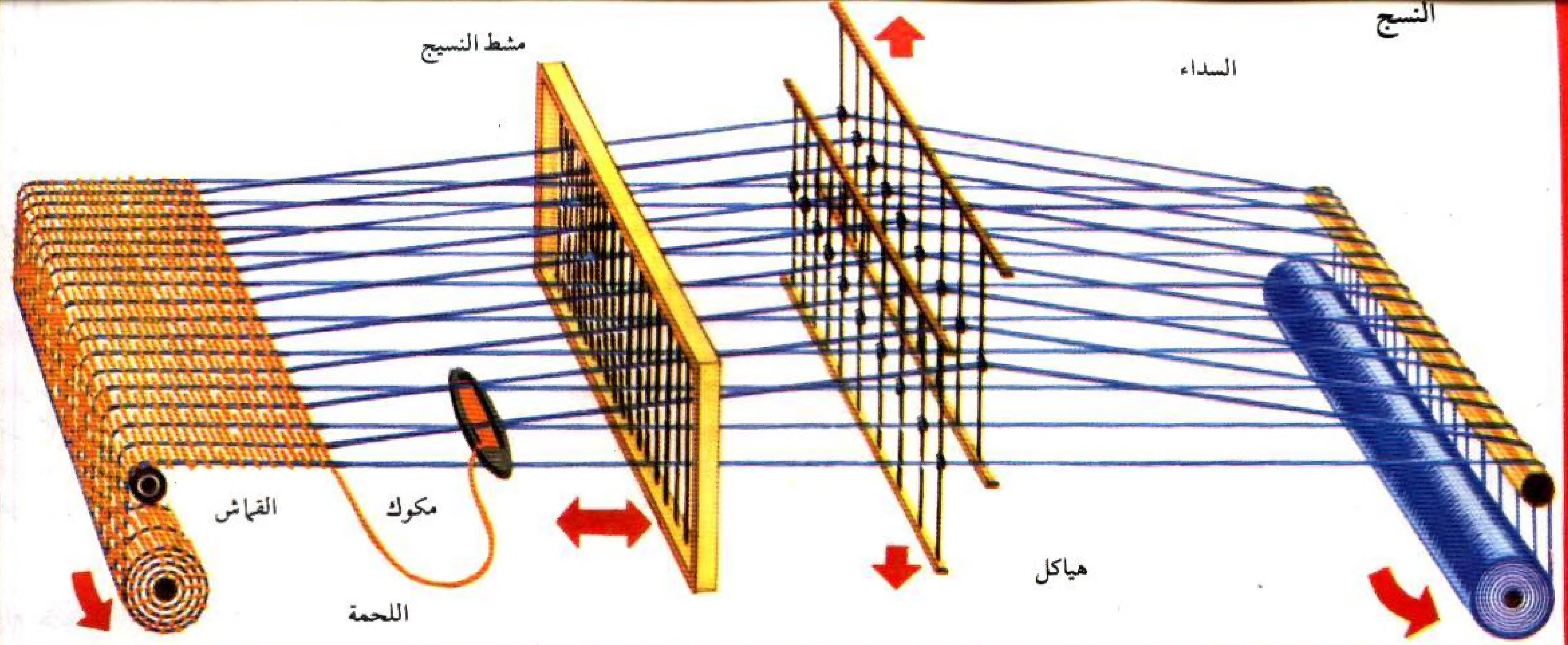
في الوقت الحاضر، يجُرى الغزل بواسطـة آلات ضخمـة. وتشتغل هذه الآلات بسرعـة عالية جداً ويمكن أن تُلَفّ خيوط الغزل إلى ٢٠٠ بكرة أو أكثر في نفس الوقت. ثم يلف الخيط إلى بكرات مخروطية كبيرة، وبذلك تصبح خيوط الغزل جاهزة للنسج.

## النسج:

يجري نسج خيوط الغزل إلى قماش على «نول». ويتكون النول أساساً من أجزاء يمكن بواسطتها أن تتعاشق مجموعتا «السداء» (الخيوط المتوازية والمتساوية في الطول، والتي تمثل الاتجاه الطولي للنسيج) و «اللّحْمة» (الخيوط الممتدة بعرض النسيج) بعضها مع بعض لتكوين المنسوج.

وتشتغل الأنوال الحديثة بسرعة عالية جداً ويمكنها أن تنسج أشكالاً زخرفية معقدة في القماش.






## الكيفية التي يعمل بها النول:

تُمد مجموعة من خيوط الغزل (السَّداء) فوق هيكل، وتكون خيوط السداء ممتدة بطول القماش بأكمله. ثم يُقذف خيط غزل آخر (اللحمة)، قد يكون بلون مختلف، ذهاباً وإياباً فوق وتحت السداء. واللحمة هي التي تُكوِّن الخيوط العرضية للقماش. ولتسهيل هذه العملية، ترفع وتخفض خيوط السداء بواسطة هياكل. فتسحب بعض خيوط السداء إلى أعلى، على حين تُدفع خيوط السداء الأخرى إلى أسفل. ويُقذف «المكوك» ومعه اللحمة من خلال الخيوط العليا والسفلى، ثم يُحرك الهياكل إلى الناحية الأخرى ويقذف المكوك من الاتجاه الآخر. ويكون «المشط» مشدوداً إلى أعلى لإحكام عملية النسج.

## نسج السجاجيد:

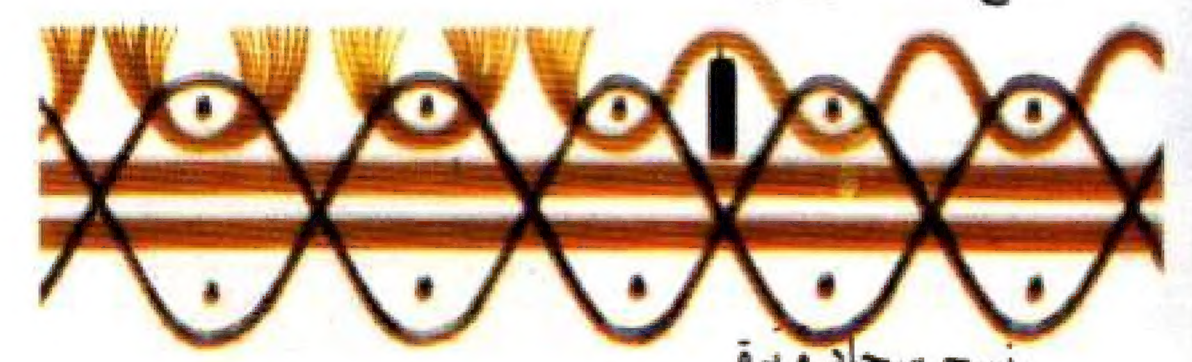
تصنع معظم السجاجيد على أنوال تشبه تلك المستعملة لصنع القماش. وتوجد ثلاثة أنواع رئيسية من السجاجيد - سجاد ويلتون، وسجاد أكْسمِنِسْتِرْ، وسجاد وَبَرة (ذو خصلات).

والنوع الأول (سجاد ويلتون) سجاد ميكانيكي أو مقصوص، وَبَرتُه مقصوصة وناتجة عن طريق السلال.

والنوع الثاني (سجاد أكسمنستر) سجاد ميكانيكي وبرته متداخلة في المنسوج الأساسي على هيئة خصلات مصفوفة في اتجاه اللحمة.

وفي النوع الثالث (سجاد وبرة) تُغرس خيوط الوبرة في قماش الأرضية وتتم حياكتها (خياطتها) بطريقة أوتوماتيكية.

نسج سجاد ويلتون



نسج سجاد وبَرة



## تراكيب نسجية مختلفة:

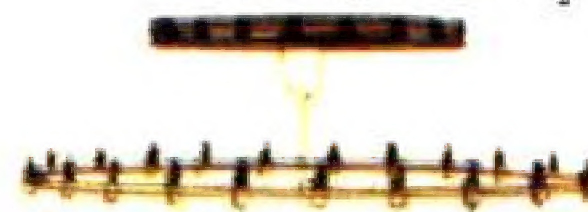
التركيب النسجي هو الكيفية التي يتم بواسطتها بناء المنسوج على النول عن طريق تعاشق خيوط السداء مع خيوط اللحمة. والتراكيب النسجية الأساسية هي السادة، والمبرد، والأطلس (الساتان).

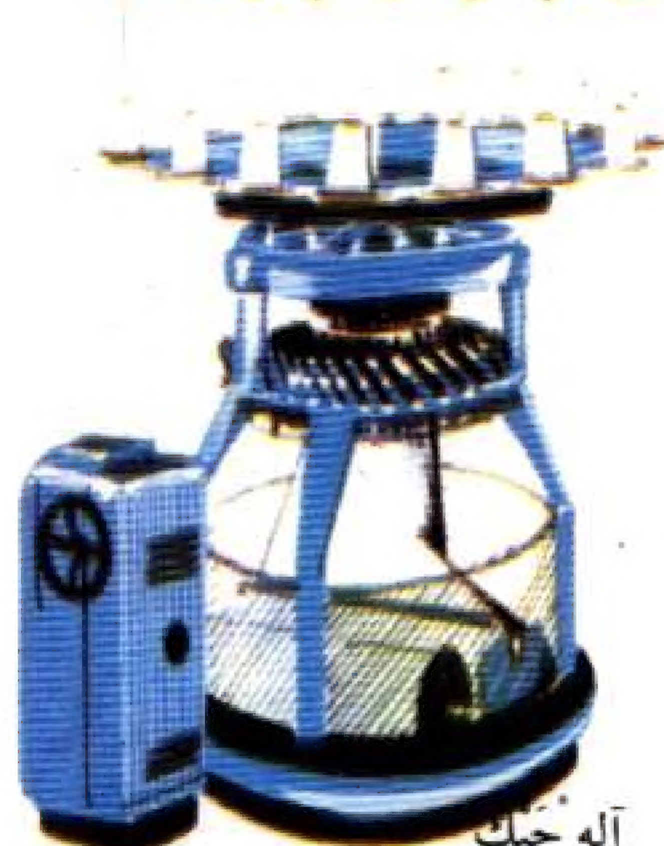
ويتكون تكرار النسيج السادة من خيطين (فتلتين) سداء وكذلك خيطين (فتلتين) لحمة. ويتكون النسيج المبرد من خطوط مائلة بزوايا مختلفة على سطح القماش المنسوج نتيجة التركيب النسجي.

وفي النسيج الأطلس (الساتان) يتم توزيع علامات التعاشق في التركيب النسجي على ورق المربعات بكيفية معينة بحيث لا تظهر أي خطوط مبردية.

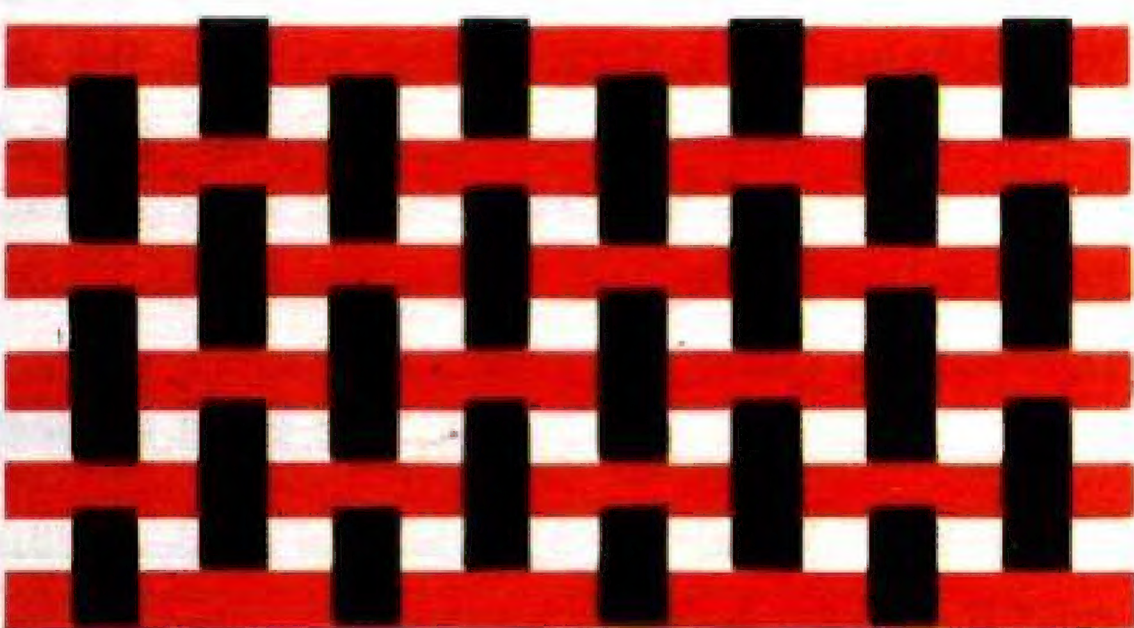
## الحبك (التريكو):

الحبك طريقة هامة أخرى لصنع القماش من الخيوط. ويتكون القماش المحبوك من مجموعات متشابكة من «الغُرَز» التي تتغذى من خيط واحد أو أكثر. وتجري معظم أشغال الحبك حالياً بواسطة الآلات التي قد تحتوي على مئات من الإبر بسرعة عالية. ويمكنها أن تكمل ملايين الغرز في الدقيقة الواحدة.

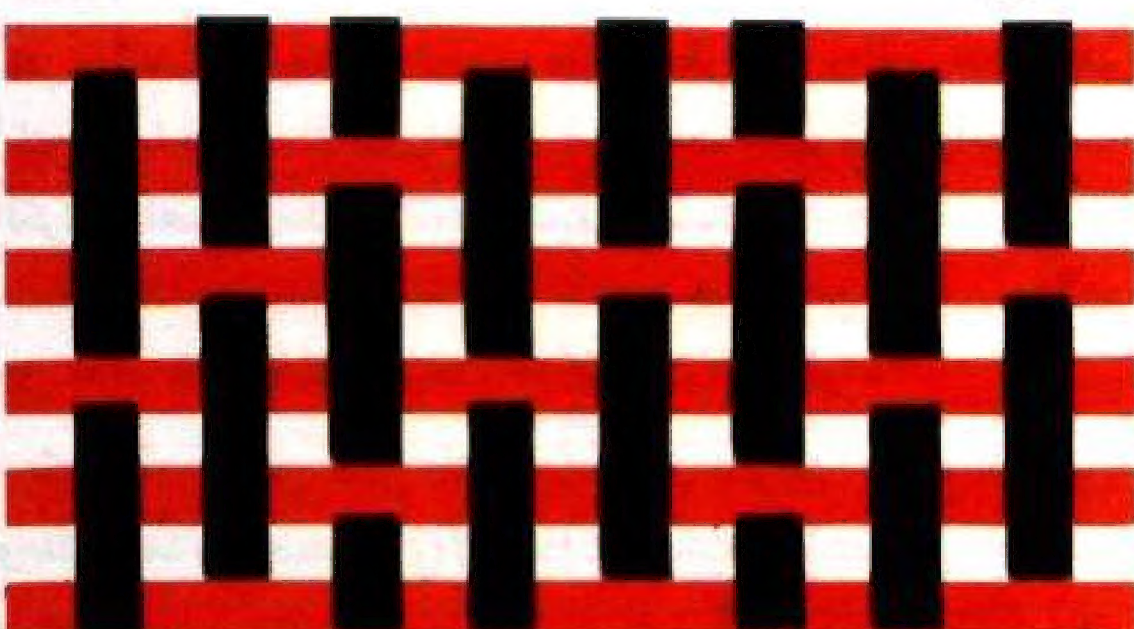




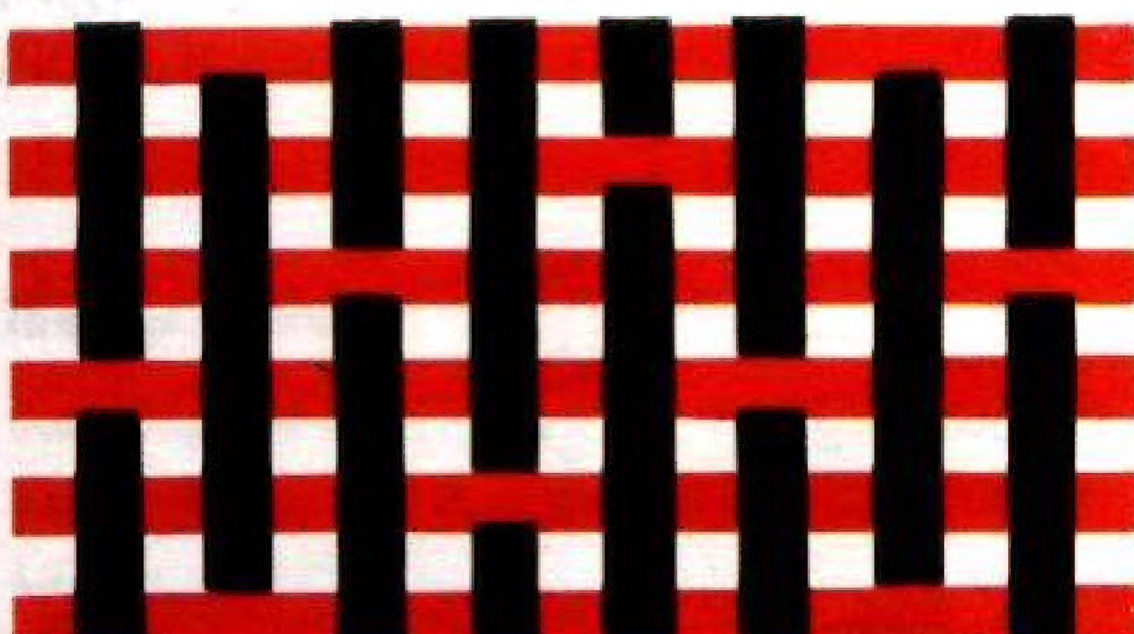
آله حَبْك



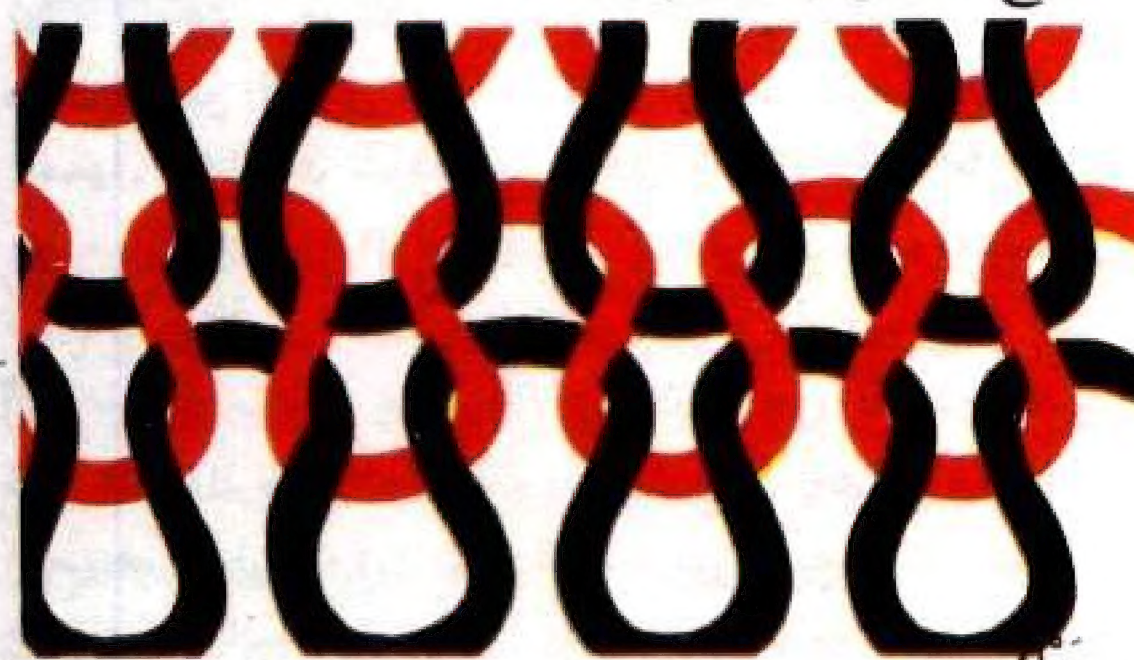
نسيج سادة



نسيج مبرد



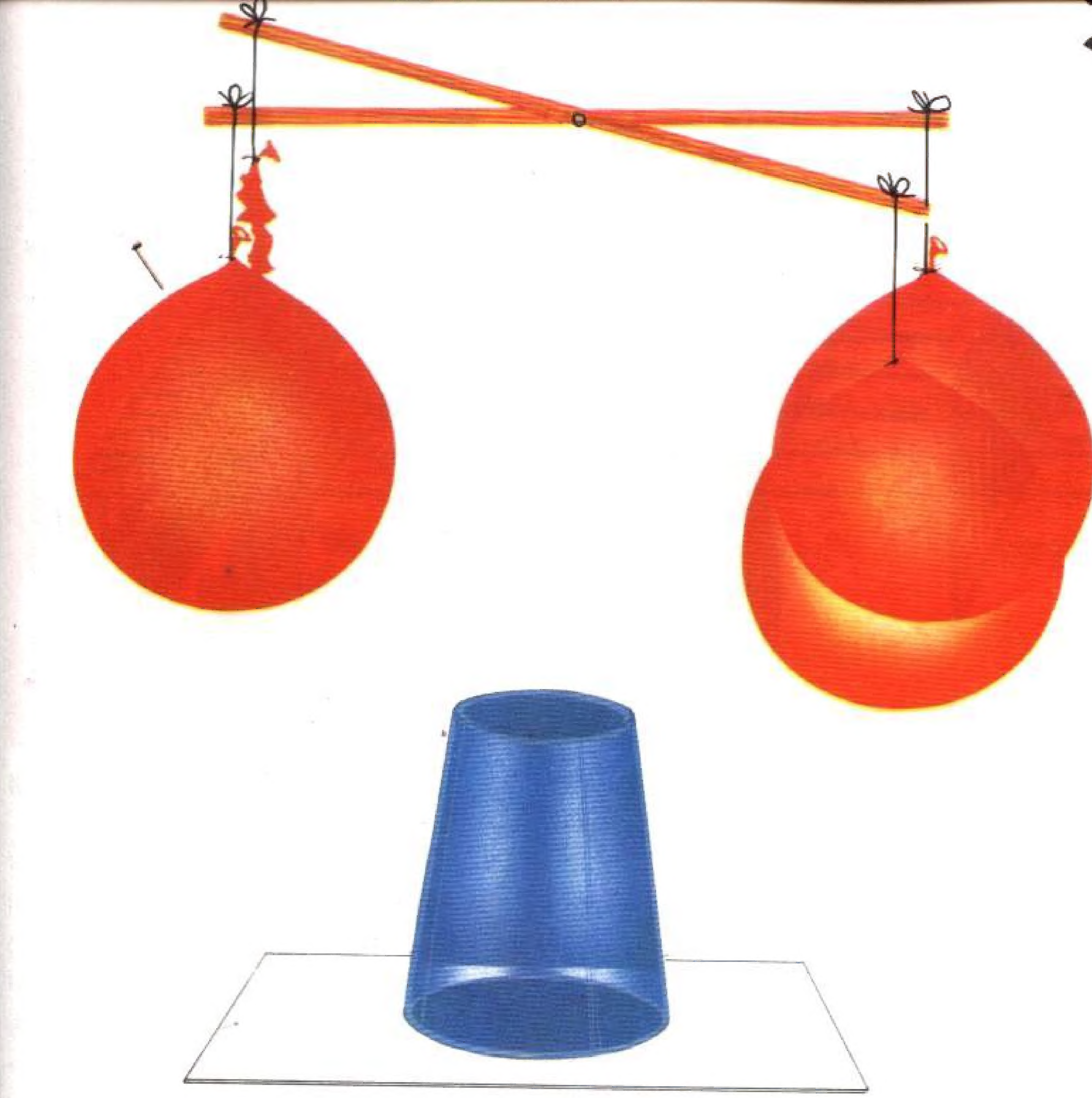
نسيج أطلس (ساتان)



حَبْك

# تجارب عِلميّة مُسلية

تعلمنا من هذا الكتاب بعض المبادىء الأساسية للعلم . والآن يمكنك أن تجري بعض التجارب العلمية المسلية تطبيقاً لما حصلت عليه من معلومات .

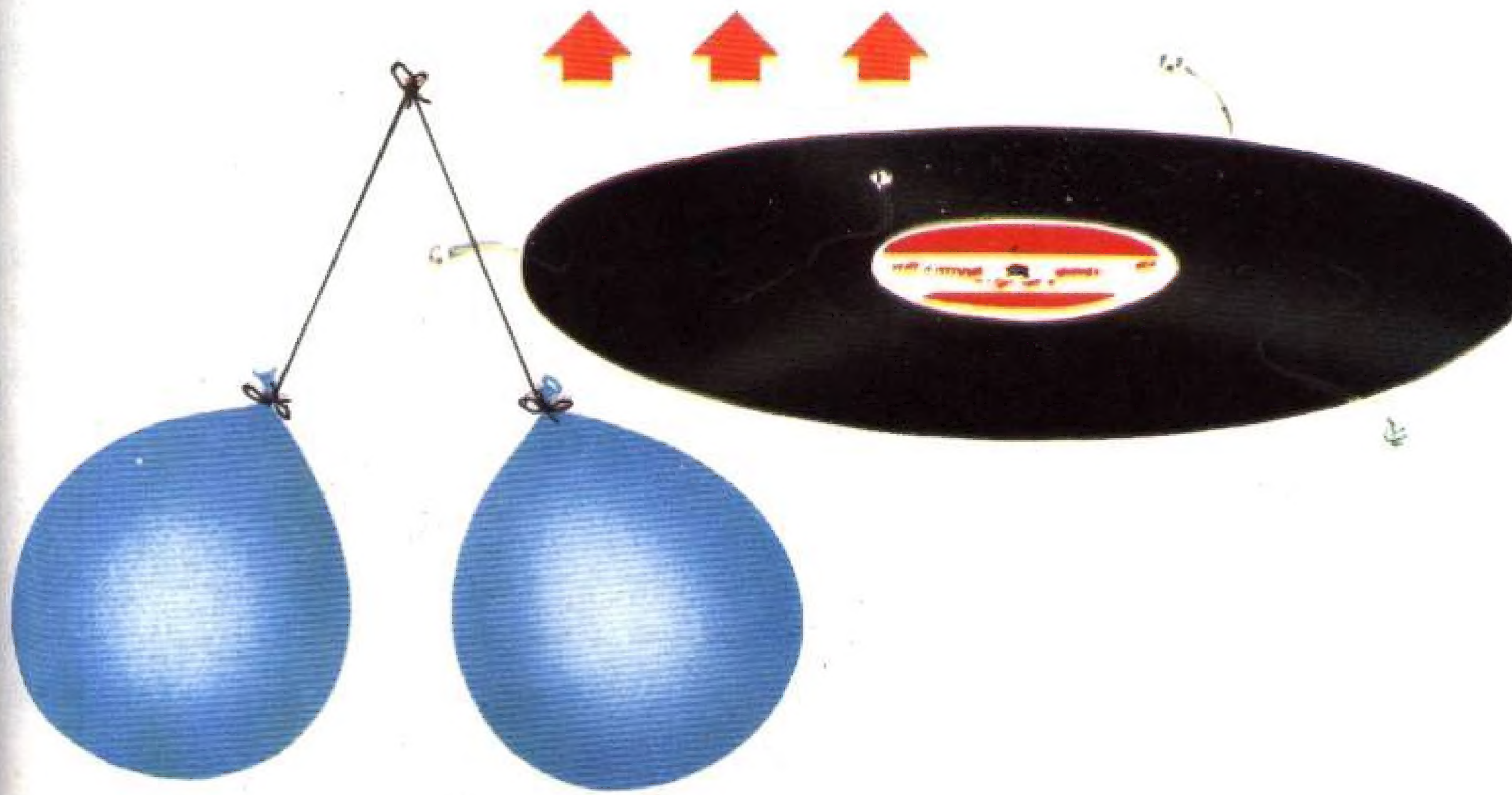


## الهواء له وزن (ثقل) :

انفخ بالونين وعلقهما من طرفي عصا ودعها تتأرجح بحرية . وَازِن البالونين . إذا فَرقَعْتَ بعد ذلك أحد البالونين، فإن البالون الآخر سيهبط . إن وزن (ثقل) الهواء في البالون المملوء يدفعه إلى أسفل . إذاً فالهواء له وزن .

## الهواء يضغط في جميع الاتجاهات:

املأ كوباً بالماء وضع قطعة من الورق المقوى (الكرتون) فوقه . ضع يدك على قطعة الورق واقلب الكوب رأساً على عقب . عندما تُبعد يدك عن الورقة، فإنها ستظل في مكانها ولا يتدفق ماء من الكوب . وهذا يوضح أن الهواء يضغط إلى أعلى على الورقة بقوة أكبر من ثقل الماء في الكوب .



## الكرات القافزة:

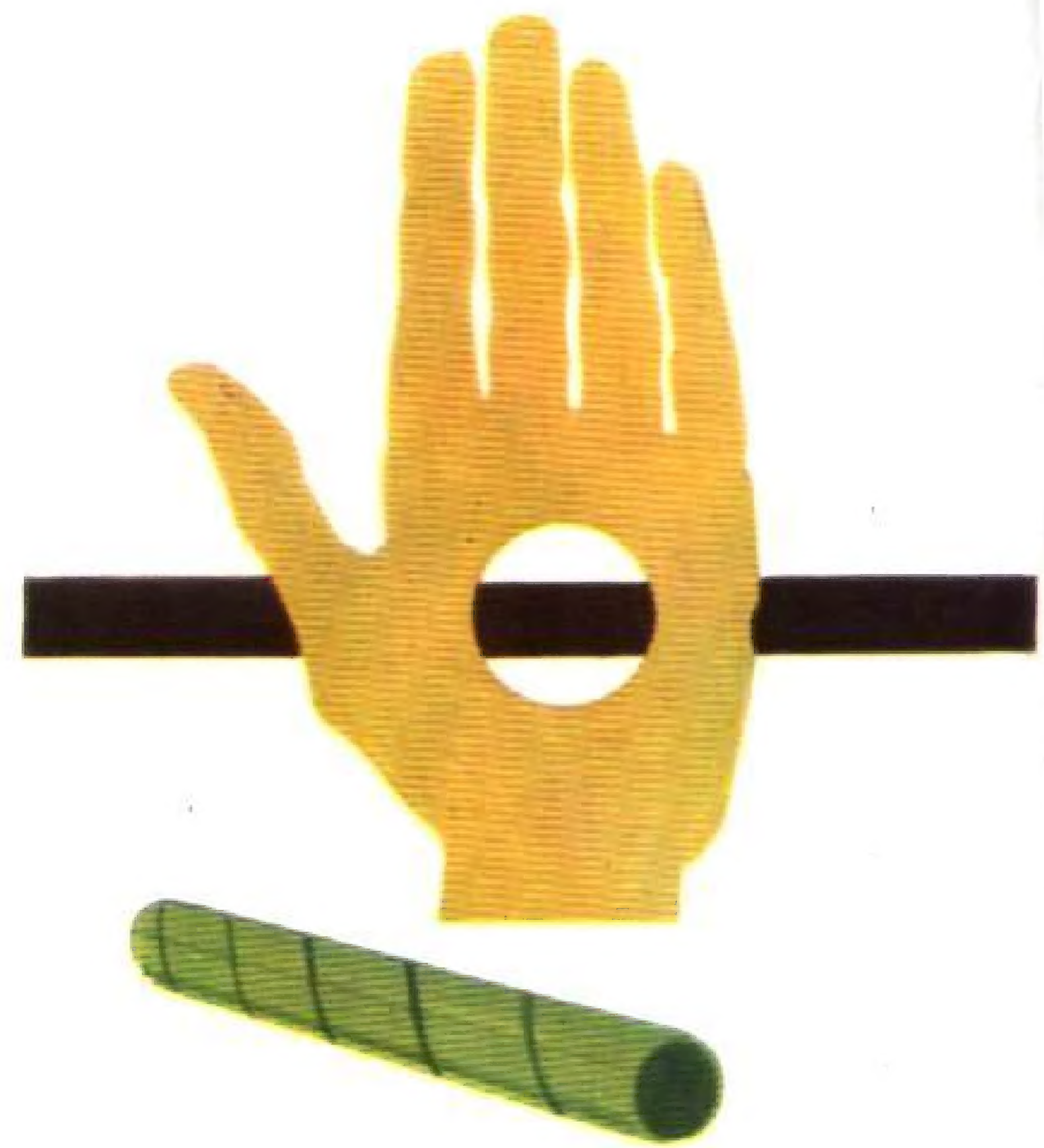
ادلك «اسطوانة» قديمة بقطعة قماش من الصوف . ضع الأسطوانة على لوح زجاجي . والآن اسقط على الأسطوانة بعض الكرات الصغيرة التي تصنعها من ورقة الفضة . عندما تتقارب الكرات فإنها تقفز متباعدة عن بعضها البعض بطريقة طريفة . والذي حدث هو أنك عندما دلكت الأسطوانة فقد أصبحت مكهربة . وأصبحت الكرات الصغيرة مكهربة أيضاً عندما لامست الأسطوانة . ولما كان لها نفس الشحنة الكهربائية فإنها تتنافر بعضها عن بعض . والآن هل تعرف لماذا وضعت لوحاً زجاجياً تحت الأسطوانة؟

ويمكنك أن تعرض نفس الشيء باستعمال بالونين . انفخ البالونين وعلِّقهما معاً من خيطين . والآن ادلك البالونين بقطعة من الصوف، وستجد أنهما سيتنافران ويتباعدان . لقد أخذ كل من البالونين إلكترونات من الصوف، فأصبحا مشحونين بشحنة سالبة . والشحنتان السالبتان تتنافران .

## الأكواب الرنانة:

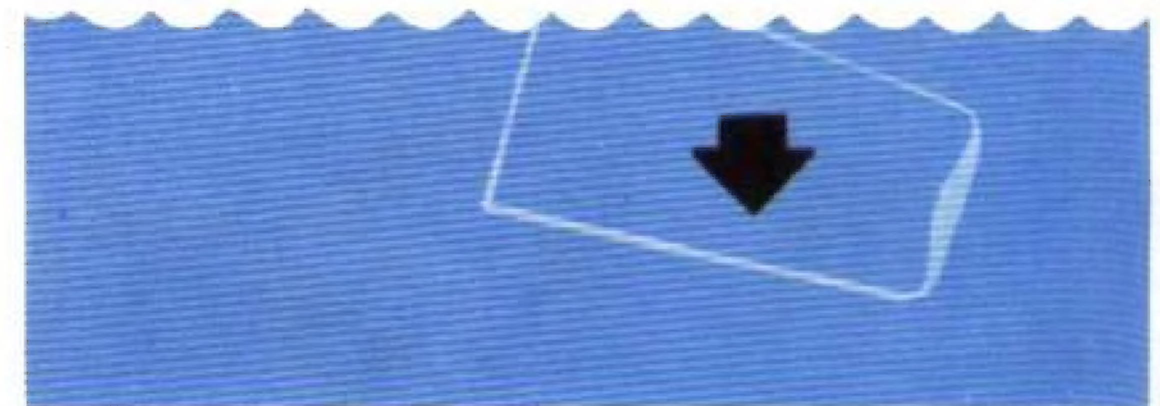
احضر كأسين زجاجيتين (من النوع المبين في الصورة) واملأهما إلى نصفيهما بالماء . يجب أن تكون الكأسان متطابقتين في الشكل ضعهما متقاربتين، وبَلِّل إصبعك ثم ادلكها ببطء حول حافة إحدى الكأسين . ستسمع نغمة رنَّانة من الكأس . لقد جعلْتَها إصبعُك تهتز . والاهتزاز هو الذي يُحدث الصوت الرنان . والغريب حقاً هو أن الكأس الأخرى ستبدأ في الاهتزاز أيضاً،بالرغم من أنك لم تلمسها . يمكنك أن تشاهد هذا الاهتزاز إذا وضعت قطعة رفيعة جداً من السلك فوق الكأس الثانية . إن الموجات الصوتية الصادرة من الكأس الأولى تصطدم الكأس الثانية وتجعلها تهتز بنفس السرعة . إن هذا لن يحدث إلا إذا كان كل من الكأسين يُصدر نفس النغمة الرنانة عندما تدلك إصبعك حول إحداهما . وإذا لزم الأمر، غيرّ مقدار الماء في إحدى الكأسين إلى أن يُصدر كل منها نفس الصوت عند الدلك بإصبعك . إنهما متناغمتان معاً ـ وهذا هو ما يسمى «الرنين» .

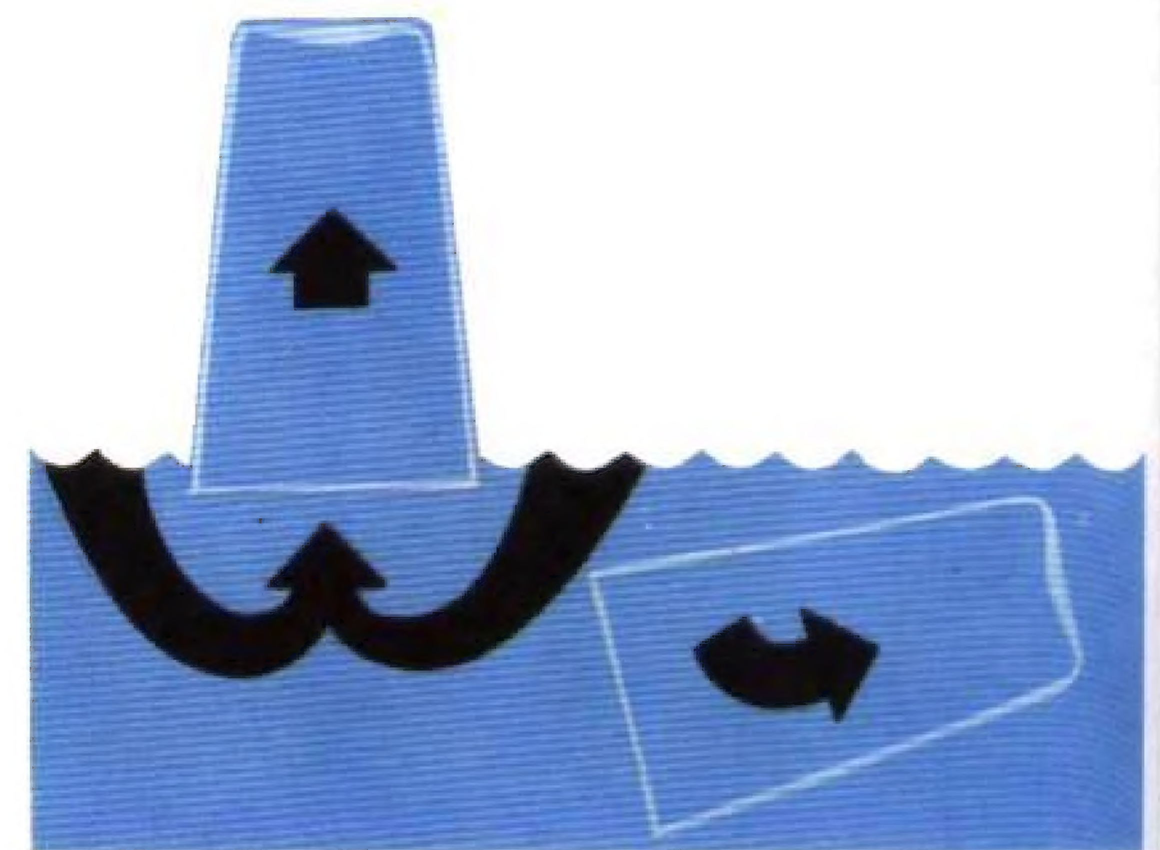




## الرؤية من خلال يدك:

أنظر بعينك اليمنى من خلال أنبوبة من الورق المقوى. افرد يدك اليسرى إلى أعلى بجانب الأنبوبة. ستشاهد ثقباً واضحاً خلال يدك. إننا معتادون على استخدام عينينا معاً للنظر إلى الأشياء من حولنا. أما هنا، فإن العين اليمنى فقط هي التي ترى المنظر من خلال الأنبوبة. وترى العين اليسرى ظهر يدك فقط. وعلى ذلك فإن الدماغ (المخ) قد ارتبك من الإشارات التي يتلقاها من العينين، وهو يفعل أفضل ما يمكنه بجعلك تظن أن هناك ثقباً في يدك.



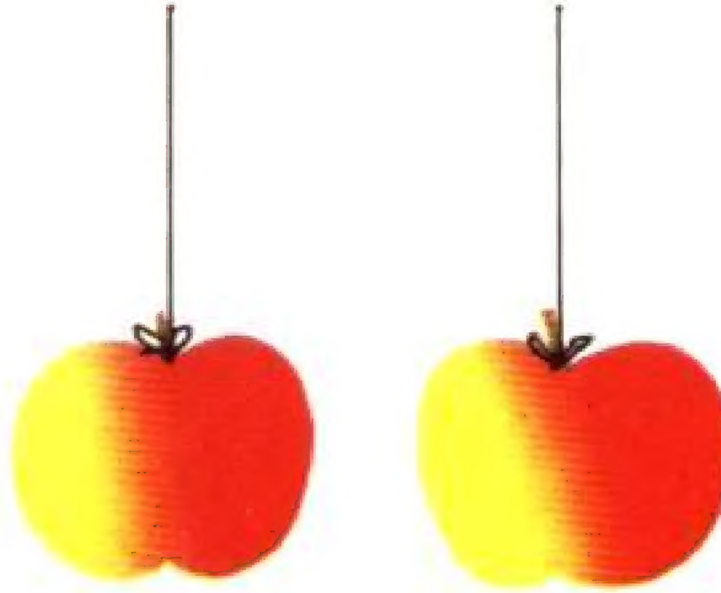


## قدرة الهواء:

ضع كوباً على جانبه في حوض من الماء. ثم اقلب الكوب تحت الماء بحيث يكون فمه إلى أسفل. ثم اسحب الكوب بحيث يكاد يخرج من الماء كما في الصورة العليا. سيظل الكوب مملوءاً بالماء. وهذا يحدث لأن الهواء الذي يضغط إلى أسفل على سطح الماء يقوم بدفع الماء إلى أعلى في داخل الكوب. وهذا الضغط أعلى من وزن (ثقل) الماء الكوب.

## التفاحات السحرية:

علّق تفاحتين متباعدتين على مسافة سنتيمتر واحد تقريباً انفخ هواءً بين التفاحتين وانظر ماذا ترى. إنهما تتقاربان. فالهواء المتحرك بسرعة يحدث ضغطاً أقل للهواء. والنفخ بين التفاحتين يسبب ضغطاً أقل للهواء في الحيز المحيط. وعلى ذلك فإن الهواء على الجانبين الآخرين للتفاحتين يمكنه دفعهما معاً ليتقاربا.





## حاول أن تلمس البقعة:

ارسم بقعة من الحبر على قطعة من الورق وحاول أن تلمس البقعة بسن قلم رصاص. ستجد أن ذلك سهلٌ تماماً. والآن حاول أن تلمس البقعة مع إغلاق إحدى عينيك. ستجد أن ذلك أصعب بكثير. وذلك لأننا نستعمل كلا عينينا لتحديد الموضع المضبوط للأشياء. وكلُّ عينٍ تنظر إلى البقعة من موضع مختلف وتُخبر دماغك بما تراه. ويستنتج الدماغ الموضع المضبوط للبقعة. وعند النظر بعين واحدة، يجد الدماغ أن مهمته صعبة.







## الهواء الساخن في قارورة:

اسقط ورقة وهي تحترق في قارورة (زجاجة) لبن فارغة. عندما يتم احتراق الورقة، افرد بإحكام قطعة من مطّاط البالون على فوهة القارورة. وسرعان ما يُشْفَط المطاط في داخل عنق القارورة. وذلك لأن الورقة المحترقة تسخن بعض الهواء في القارورة، فيتمدد هذا الهواء الساخن. وعندما ينطفىء اللهب، يبرد الهواء في القارورة ويتقلص (ينكمش). وضغط الهواء خارج القارورة قادر على دفع المطاط في داخل العنق.

## الحلزون السحري:

يرتفع الهواء الساخن إلى أعلى. ويمكنك أن تبرهن على ذلك بصنع حلزون سحري. ارسم حلزوناً على قطعة من الورق المقوى وقصّ الحلزون. ثبّت إبرة في طرف قلم رصاص، وضَعْ القلم رأسياً بإدخال طرفه الآخر في فلينة أو بكرة خيط. وَازِن الحلزون على الإبرة. إذا وضعتَ الحلزون على سطح دافىء فستجد أن الحلزون يَلِف باستمرار. وذلك لأن الهواء الساخن يدفع عند صعوده الشريط الورقي ويجعله يلف حول نفسه.